

Desain dan Implementasi Alat Pengukur Ketegangan Otot

Yohanes Oxa Wijaya¹, Florentinus Budi Setiawan², Siswanto³

1) Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata
Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur 50234, Semarang, Indonesia
yohanesoxaw@gmail.com

2) Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata
Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur 50234, Semarang, Indonesia
fbudisetiawan@yahoo.com

3) Fakultas Psikologi Universitas Katolik Soegijapranata
Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur 50234, Semarang, Indonesia
tiussis@yahoo.com

Abstrak

Makalah ini membahas tentang penggunaan dan pembuatan dari Electromyografi atau alat pengukur ketegangan otot yang ditampilkan pada VA atau Virtual Analyzer yang menggunakan jack 3.5mm mic pada computer / laptop yang menampilkan kontraksi dari otot ketika otot itu meregang ataupun relaks dan dapat ditampilkan kedalam perangkat lunak seperti Tablet, Smartphone, dll. Dan setelah itu pengujian dilakukan di tangan, perut dan leher, setelah itu kita lakukan perbandingan karena alat ini memiliki 5 fase penampilan jadi kita dapat melihat keluaran sinyal dari filter VA, VB, VC, VD dan VE. Agar bisa menampilkan perbedaan dari sinyal keluaran yang telah melewati berbagai filter dan yang tidak melewati filter, dan membuktikan bahwa sinyal EMG yang di hasilkan ketika otot berkontraksi. Jadi total alat ini dapat menampilkan 5 sinyal untuk keadaan relaks dan 5 sinyal untuk keadaan tegang dalam 5 filter berbeda dalam 1 kali pengujian di 1 titik tubuh misalnya tangan, namun 1 orang dapat di uji di 2 titik misal di leher dan di tangan.

Kata Kunci : *Abstrak, Virtual Analyzer, Elektromyografi, filter, EMG*

1. PENDAHULUAN

Dalam jaman sekarang ini dimana teknologi berperan penting dalam segala kegiatan manusia, contoh militer, olahraga, kesehatan, pendidikan, dan kesehatan. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat dalam semua bidang manusia membutuhkan perangkat yang mampu mendukung aktifitas manusia dalam segala hal, terutama dibidang kesehatan. Terutama tubuh manusia.

Tubuh manusia terdiri dari sistem syaraf dan sistem kardiovaskular atau sistem peredaran darah dan sistem muskuloskeletal. Serat otot rangka dianggap sebagai serat yang dapat berkedut karena dapat memproduksi respon kedutan mekanik untuk setiap rangsangan. [1] *Elektromyografi* (EMG) sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari teknik perekaman kegiatan listrik yang terjadi pada otot ketika otot berkontraksi atau tegang, dan ilmu pengetahuan EMG itulah yang mendasari pembuatan alat pengukur ketegangan otot

Namun untuk pengukuran system syaraf biasanya dilakukan diklinik ataupun dirumah sakit. Dalam pengujian EMG yang di buat penulis ini menggunakan Notebook / PC berbasis windows dan tablet yang berbasis Android, karena sistem ini yang sekarang sangat ramai digunakan dipasar. Untuk pengujian di Notebook / PC yang berbasis windows

ini pengujian menggunakan aplikasi VA (Virtual Analyzer) dan pada Tablet penulis menggunakan aplikasi AED (Android Electromyograph Display) dan menggunakan jack 3.5 mm microphone sebagai line in untuk pembaca dari sinyal EMG yang diproses di dalam VA (Virtual Analyzer) dan sama prosesnya di Android untuk input menggunakan jack mic 3.5 mm.

Penulis juga sudah melakukan pengujian ditubuh yaitu tangan, perut dan leher. Karena dibagian tubuh itu yang memiliki bagian otot dan tidak mudah jenuh, jika pengujian dilakukan ketika jenuh data sudah tidak valid lagi, itu dikarenakan karena akan tidak ada perbedaan lagi ketika subyek melakukan kontraksi maupun relaksasi, Dan dari pengujian itu dapat diambil kesimpulan bahwa tubuh manusia dapat mengeluarkan sinyal elektrik yang dikeluarkan dari otot – otot yang bekerja untuk melakukan aktifitas.

2. METODE PENELITIAN

2.1. *Elektromyografi*

Elektromyografi (EMG) adalah teknik eksperimental yang berkaitan dengan pengembangan, pengukuran dan pencatatan serta untuk menganalisa sinyal [2] *Myoelektrik* adalah sinyal yang dibentuk oleh variasi fisiologis serta rangsangan dari otot yang dibentuk oleh bagian membran serat otot.

Elektromyografi mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan oleh sel-sel otot ketika sel-sel elektrik atau neurologis diaktifkan. Sinyal dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis, tingkat aktivasi, perintah rekrutmen atau untuk menganalisa biomekanik gerakan manusia atau hewan. [2]Elektromyografi sudah banyak digunakan didunia kedokteran, rata – rata memakai IC OP-AMP dan rangkaian filter untuk memfilter sinyal agar sinyal yang dibaca merupakan sinyal murni dari tubuh manusia dan tidak tercampur dengan sinyal lainnya.

Ada dua cara untuk melakukan pengukuran pada tubuh manusia dengan menggunakan EMG : Yaitu di permukaan otot tubuh, dan juga didalam otot tubuh, disini penulis menggunakan metode pengukuran di permukaan otot tubuh karena pengukuran di permukaan otot tubuh lebih ringkas dan tidak berbahaya, sebab tidak memasukan benda ke dalam tubuh manusia dan hanya menggunakan elektroda, Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit[3] dan elektroda yang digunakan adalah *Suction Electrode* atau elektroda hisap yang ditempelkan di bagian otot yang ingin diukur elektroda ini terbuat dari perak, contoh elektroda pada gambar 1



Gambar 1 :Suction Electrode yang terbuat dari perak

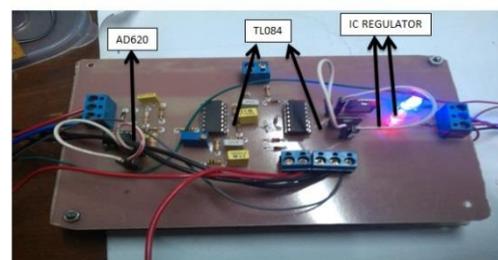
2.2. Cara Kerja Pengukuran Pada EMG

Perangkat keras yang telah dibuat ini berisi beberapa rangkaian penting diantaranya, limiter,penguat dan filter *Band Pass Filter (BPF)* orde 2, filter *High Pass Filter (HPF)*, *Buffer*kedua IC tersebut digunakan untuk memfilter sinyal agar sinyal yang masuk bukan merupakan sinyal gangguan atau sinyal dari tubuh, dan menggunakan batu baterai 9volt 2 buah sebagai sumber tegangan, karena ketika penulis memakai power supply,hasil yang di dapat tidaklah bagus dan lebih ringkas ketika memakai baterai.Pengukuran di bedakan menjadi Pengukuran Permukaan kulit dengan EMG tergantung pada beberapa faktor dan amplitudo dari sinyal EMG bervariasi dari μV ke kisaran mV rendah[4]. Pengukuran Permukaan kulit dengan EMG ini harus dengan persiapan, yaitu, kulit harus bersih dari keringat,namun jika objek berkeringat gunakan alkohol untuk membersihkan keringat atau kotoran yang menempel di kulit[5][6]dan beberapa faktor lain yang berpotensi menimbulkan gangguan sinyal, harus dekat dengan otot, dan keadaan otot yang akan di ukur

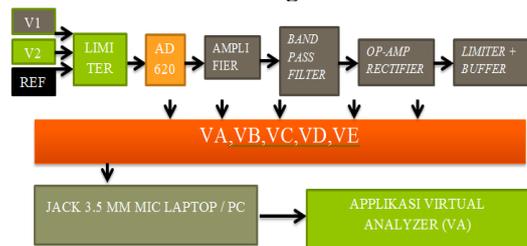
tidak boleh lelah atau setelah beraktifitas terutama mengangkat beban, pengukuran akan valid ketika dilakukan pada saat objek dalam keadaan segar atau fit. Jika otot dalam keadaan letih, akan sulit untuk membedakan sinyal pada saat rileks atau santai maupun tegang ataupun kontraksi.

2.3 Alat Pengukur EMG

Alat pengukur EMG ini menggunakan 3 input untuk di manusia yaitu V1,V2 dan reference, dan menggunakan 5 output untuk dibaca kedalam laptop,dari gambar dibawah ini ditunjukkan rangkaian dari EMG,PCB, dan Diagram Blok proses sistem kerja dari alat yang dibuat. Disini Penulis menggunakan beberapa jenis filter dan limiter, yaitu *Band Pass Filter* , *OP-AMP Amplifier*, *OP-AMP Rectifier*



Gambar 2 : Rangkaian PCB



Gambar 3 : Flow Chart dari EMG

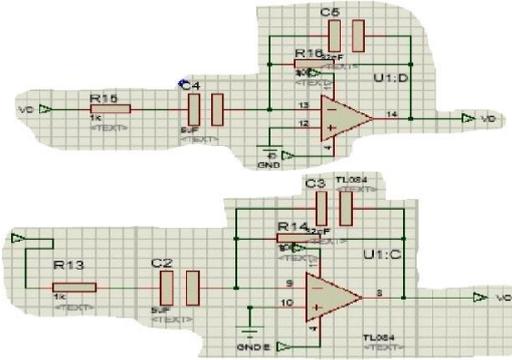
OP-AMP Amplifier adalah rangkaian untuk penguat sinyal dari keluaran AD620 yang terdiri dari IC TL084,berikut ini rumus untuk *OP-AMP Amplifier*:

$$V_{out} = - \frac{R_f}{R_{in}} V_{in} \tag{1}$$

Band Pass Filter Orde 2adalah rangkaian filter yang digunakan untuk memfilter sinyal noise dari rangkaian EMG,yang terdiri Resistor, kapasitor dan IC TL084. Filter tersebut diatur pada jangkauan frekuensi 50 – 500 Hz, karena bersadar pada riset – riset sebelumnya sinyal EMG paling banyak muncul pada jangkauan frekuensi tersebut[1][8], berikut ini rumus untuk *Band Pass Filter Orde 2* :

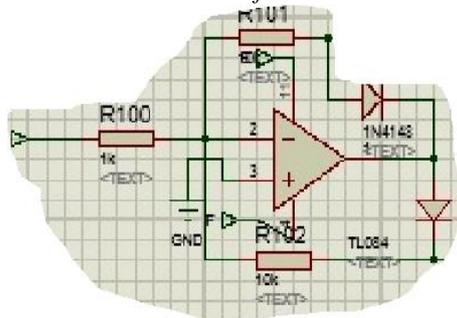
$$f_{c1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}, f_{c2} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \tag{2}$$

Untuk f_{c1} merupakan rumus untuk mengatur batas bawah frekuensi dengan mengatur besaran R_1 dan C_1 sedangkan untuk f_{c2} untuk mengatur batas atas frekuensi dengan mengatur R_2 dan C_2 Pada Gambar 2 dapat dilihat contoh Rangkaian dari filter BPF[9]



Gambar 4 : Contoh rangkaian dari BPF Orde 2

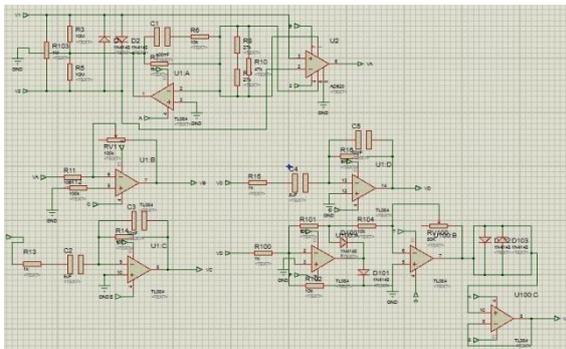
OP-AMP Rectifier adalah rangkaian yang digunakan untuk menyetabilkan dan menyearahkan sinyal keluaran dari *Band Pass Filter*, dan berikut adalah gambar dari *OP-AMP Rectifier* :



Gambar 5 : Rangkaian OP-AMP Rectifier

$$V_{out} : \frac{-R_2}{R_1} \quad (3)$$

Pada rumus diatas R_2 adalah R101 dan untuk R_1 adalah R100



Gambar 6 : PCB Layout untuk EMG analog

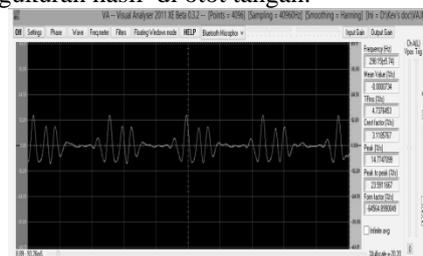
3. HASIL PENELITIAN

Dari berbagai hasil penelitian menggunakan metodologi yang ada. Penulis melakukan penelitian ditubuh manusia menggunakan alat yang telah dibuat oleh penulis. Digambar 7 ditunjukkan letak pengukuran ditangan dengan menggunakan serangkaian metode yang sudah dijelaskan diatas,

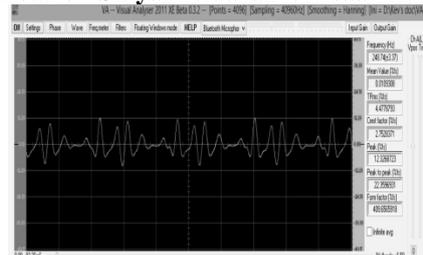


Gambar 7 : Letak elektroda EMG pengukuran permukaan kulit di tangan

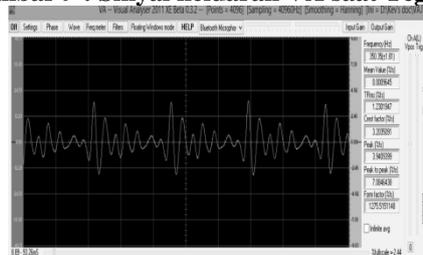
Dan dibawah ini akan ditunjukkan untuk pengukuran hasil di otot tangan.



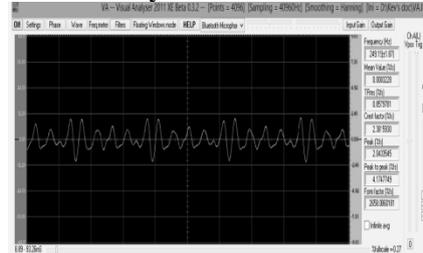
Gambar 8 : Sinyal keluaran VA saat Relaks



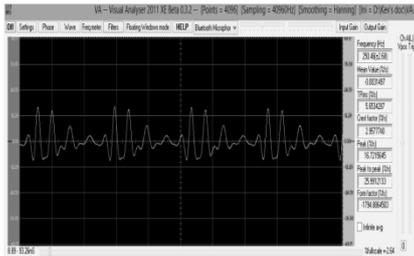
Gambar 9 : Sinyal keluaran VA saat Tegang



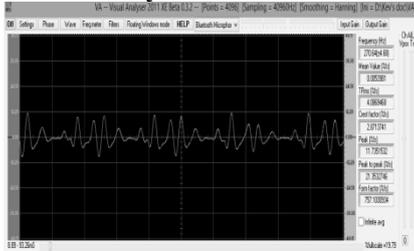
Gambar 10 : Sinyal keluaran VB saat relaks



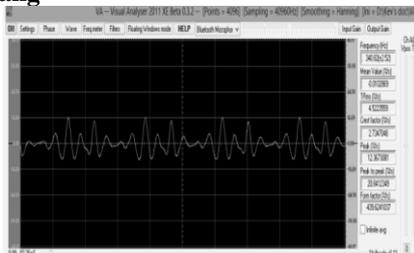
Gambar 11 : Sinyal keluaran VB saat tegang



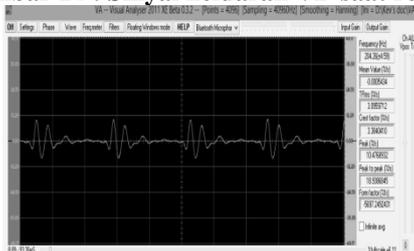
Gambar 12 : Sinyal keluaran VC saat relaks



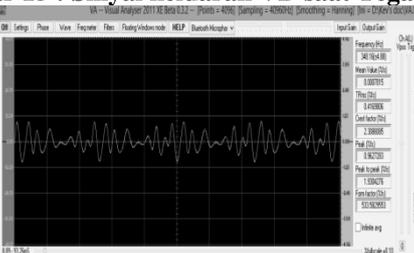
Gambar 13 : Sinyal keluaran VC saat Tegang



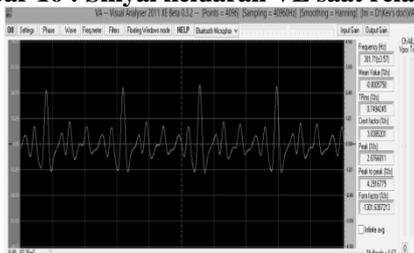
Gambar 14 : Sinyal keluaran VD saat relaks



Gambar 15 : Sinyal keluaran VD saat Tegang



Gambar 16 : Sinyal keluaran VE saat relaks



Gambar 17 : Sinyal keluaran VE saat tegang

No	Fase	Relaks (V)	Tegang (V)
1	VA	23.5	22.5
2	VB	7	4

3	VC	25	21
4	VD	20	18
5	VE	1.9	2.8

Tabel 1 : Perbedaan Amplitudo sinyal Relaks dan Tegang pada setiap fase.

4. KESIMPULAN

Dari percobaan dapat di ambil,kesimpulanbahwa alat EMG ini sudah bisa bekerja dan dapat menampilkan perbedaan sinyal EMG hasil pengukuran pada otot dengan baik, dan juga Rotary switch untuk dapat melihat sinyal EMG dan dapat membandingkan keluaran sinyal EMG hasil pengukuran ketika melewati output VA (setelah dikuatkan menggunakan AD620), VB (setelah dikuatkan menggunakan AD620 dan menggunakan amplifier), VC (setelah dikuatkan menggunakan AD620 dan amplifier dan melewati 1st order band pass filter),VD (setelah dikuatkan menggunakan AD620 dan amplifier dan melewati 2nd band pass filter), VE (hasil akhir setelah melewati berbagai penguatan dari AD620 dan amplifier dan 2nd order band pass filter, lalu distabilkan oleh OP-AMP rectifier dan limiter, buffer) dalam 5 fase namun masih mempunyai banyak kekurangan di dalam masalah groundingnya atau kabel netral, karena setiap pengujian objek harus menempel pada meja jika tidak sinyal tidak akan terbaca, dan mungkin akan dikembangkan di kemudian hari dengan menggunakan filter tambahan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak diucapkan kepada Direktorat Jendral Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Dikti Kemendikbud) atas pendanaanya melalui penelitian Hibah Bersaing 2014

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] onrad,Peter. The ABC of EMG : A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. April 2005
- [2] J.V.Basmajian., C.J. De Luca Muscles Alive Their function revealed by Electromyography William Wilkins,Baltimore. 1985
- [3] Thakor,Nitish.V. Biopotentials and Electrophysiology Measurement, CRC Press LLC, Canada 2000
- [4] C.J.De Luca, M.Knaflitz. ,Surface Electromyography:What's New? C.L.U.T Torino 1992

- [5] Day,Dr.Scott . Important factors in surface EMG measurements, Bortec Biomedical Ltd, Calgary 2004
- [6] Rash, Gregory S. *Electromyography Fundamentals*
- [7] De Luca,Carlo. *Surface Electromyography: Detection and Recording. 2002*
- [8] Brooke,Jason;Murari,Kartik;Abhisek,Rege. *Biomedical Instrumentation Laboratory 2004*

De Luca, Carlo J;Gilmore,Donald J;Kuznetsov,Mikhail;Roy,Serge H. *Filtering the Surface EMG signal : Movement artifact and baseline noise contamination.*