"EKSTRAKSI CIRI SINYAL ELECTROMYOGRAPHY PADA 7 POLA GERAKAN SHOULDER JOINT MENGGUNAKAN MODIFIED MEAN FREQUENCY, MODIFIED MEDIAN FREQUENCY, DAN LINEAR ENVELOPE"

oleh:
Paulus Susetyo Wardana
Bidang Keahlian Teknik Elektronika
Program Pascasarjana Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2013

PENDAHULUAN

Teknologi Rehabilitasi pasien sebagai salah satu bidang Biomedic Enginnering mengalami kemajuan cukup pesat .

Salah satu produksi Rehabilitasi pasien adalah membantu kelumpuhan pada lengan / patah lengan /amputee dengan bantuan lengan buatan (prosthetic hand)

Beberapa Penelitian terkait bidang EMG antara lain :

-Huang dan Chen [3] membangun sebuah sistem "myoelectric discrimination" untuk sebuah lengan buatan banyak sudut (multi- degree prosthetic hand).

-Karlik [3] mengklasifikasikan sinyal EMG untuk kontol perangkat prosthetic multifunction menggunakan 3 layer Back Propagation Neural Network (BPNN).

-Sinyal EMG mempunyai range frekuensi pada energi dominant antara 20 – 500Hz, dengan ampltudo antara 0 – 10 mV. [2].

Penulis dalam penelitian ini membuat sistem instrumentasi EMG, system akuisisi data sinyal EMG multi channel, merekam sinyal EMG dari 7 pola gerakan, dan menganalisa ciri sinyal EMG menggunakan Modified Mean Frequency(MMNF), Modified Median Frequency (MMDF), dan Linear Envelope.

Rumusan Masalah

1. Membuat Rangkaian Instrumentasi EMG
2. Membuat Sistem Akuisisi data untuk Sinyal EMG multi channel
3. Menganalisa ekstraksi ciri Sinyal EMG menggunakan metode MMNF, MMDF, Linear Envelope.

Tujuan Penulisan

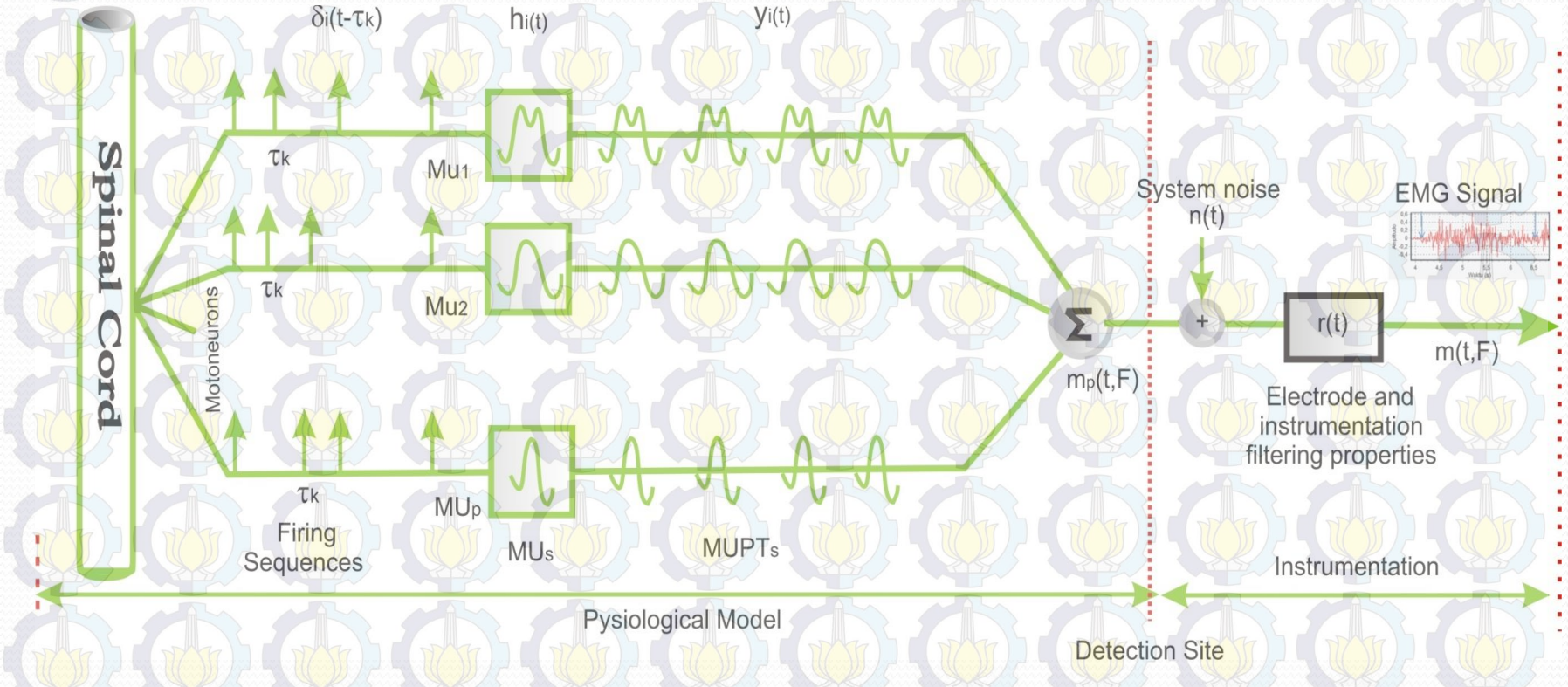
Beberapa tujuan dari penulisan ini adalah :

- Melakukan pembuatan rangkaian Instrumentasi EMG, dan rangkaian akuisisi data Multi Channel EMG serta melakukan pengujian standart sebagai validasi unit Hardware yang dibuat.

- Menganalisa ekstraksi ciri sinyal EMG dari 7 pola gerakan menggunakan beberapa metode ekstraksi ciri, agar bisa menentukan otot – otot yang bekerja dominan saat sebuah gerakan dilakukan.

ELECTROMYOGRAPH

Pada pengukuran yang dilakukan dengan surface elektrode akan didapatkan sinyal Elektromyograph yang merupakan gabungan MUPTs dan memungkinkan juga masuknya sinyal noise.



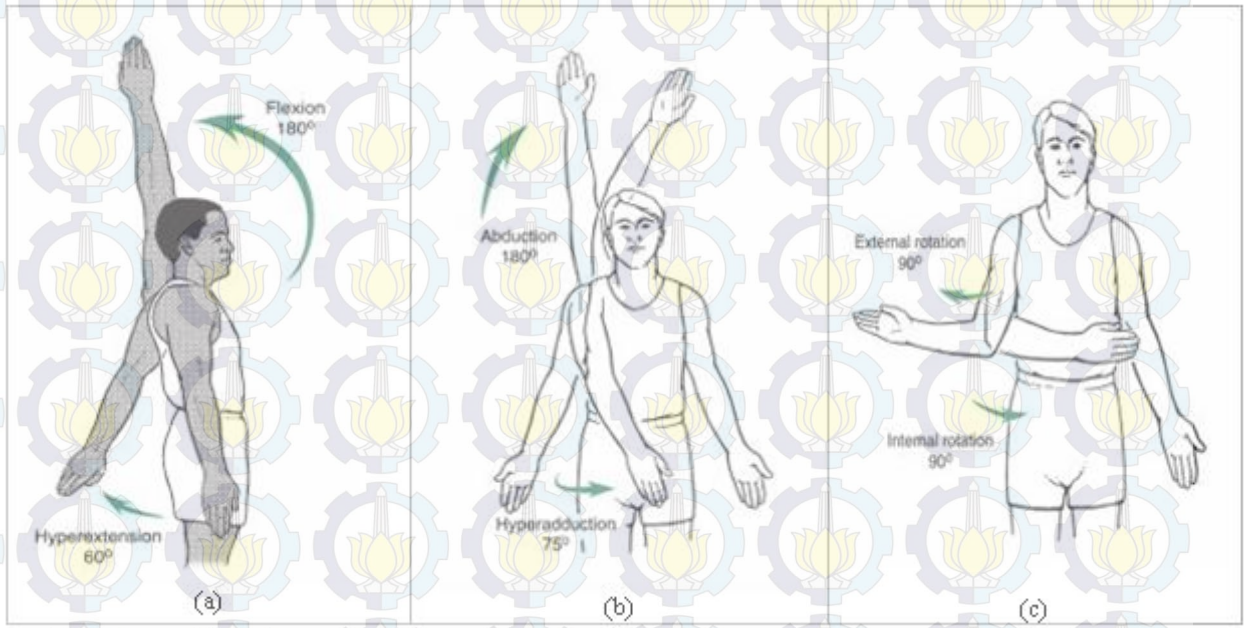
Gambar 1. Electromyogaph yang dihasilkan dari beberapa sinyal Motor Unit Potential Trains (MUPTs)[1]

Keterangan :
MU = Motor Unit
MFP = Muscle Fibre Potential
MUP = Motor Unit Potential

Gerakan Shoulder Joint

Gerakan elbow joint mempunyai beberapa istilah yaitu flexion (bergerak meninggalkan posisi resting), extension (bergerak menuju posisi resting), Adduction(bergerak menuju ke badan kita), Abduction (bergerak menuju posisi telapak tangan menghadap ke depan).

(a)



(b)

Gambar 2. (a), (b) gerakan shoulder joint [4]

Otot yang bergerak dominan saat Shoulder Joint bergerak

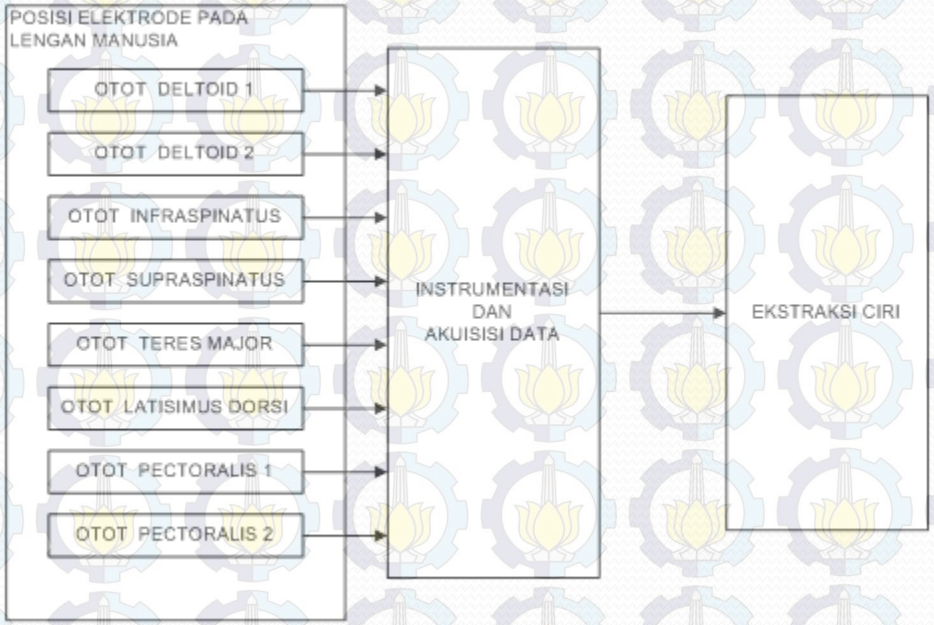
Dari referensi yang digunakan menjelaskan bahwa sinyal otot yang berperan untuk 7 pola gerakan shoulder joint ada 10 otot [4] seperti ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Otot yang menggerakkan Shoulder Joint [4]

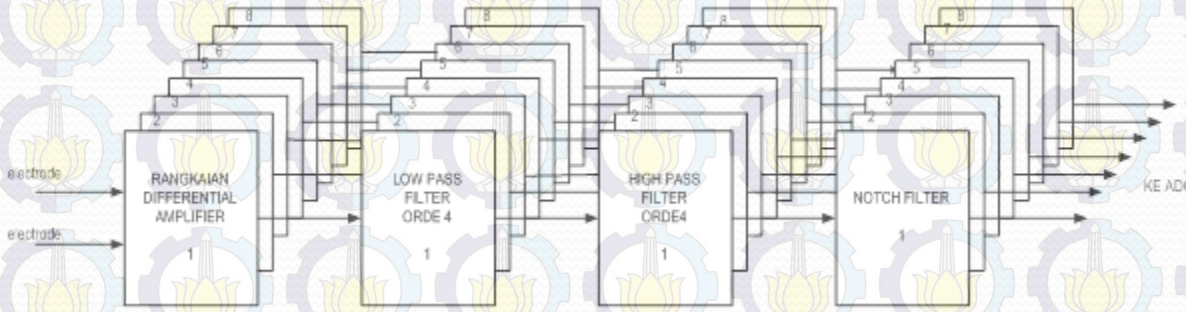
MUSCLE	FUNCTION
Deltoid Lateral Supraspinatus Pectoralis Major	Abduction
Coracobrachialis Latissimus dorsi Pectoralis Major Teres Major	Adduction
Teres Major Muscle Latissimus dorsi Pectoralis Major Deltoid (posterior)	Extension
Coracobrachialis Pectoralis Major Deltoid (anterior) Deltoid (Lateral)	Flexion
Teres Minor Infraspinatus Deltoid (posterior)	External Rotation
Pectoralis Major Latisimus Dorsi Deltoid Subscapularis Teres Major	Internal Rotation

Blok Diagram Sistem

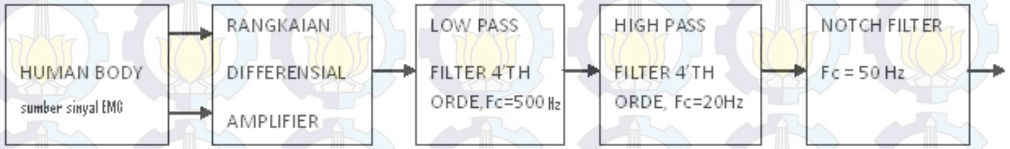
Blok Diagram Sistem secara keseluruhan sbb:



Blok Diagram Sistem Instrumentasi secara keseluruhan adalah sbb :

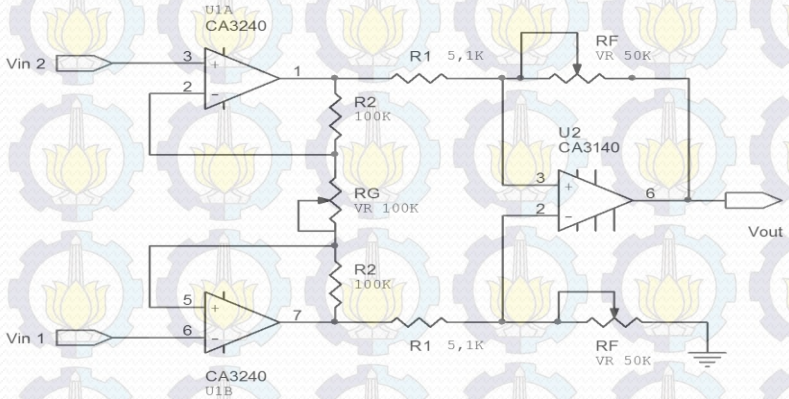


BLOK DIAGRAM INSTRUMENTASI EMG



Gambar 3. Blok Diagram Instrumentasi EMG

PENGUAT DIFFERENSIAL



Persamaan Differential Amplifier adalah

$$Vo = \left(\frac{Rf}{R1}\right).\left(1+\frac{2.R2}{RG}\right).(Vin2-Vin1)$$

Perencanaan penguat : 1,2 Volt output pada 5 mV, sehingga Penguatan sebesar 240 x
Desain penguat : nilai Rf dan R1 = 5,1KΩ
Maka dengan Av = 240, nilai Rg = 836,82 Ω (menggunakan VR 5000 Ω)

Tabel 2. Hasil Pengujian Differensial Amplifier

Vinput	Voutput	Penguatan
5 mVp-p	1,20 Vp-p	240
10 mVp-p	2,40 Vp-p	240

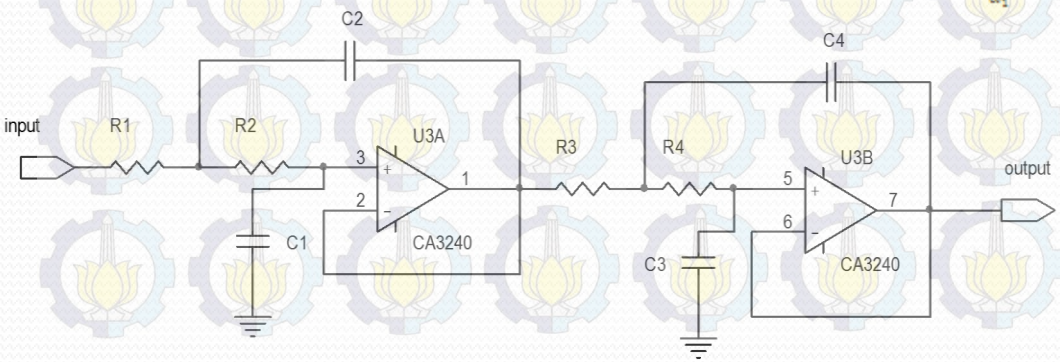
LOW PASS FILTER ORDE 4

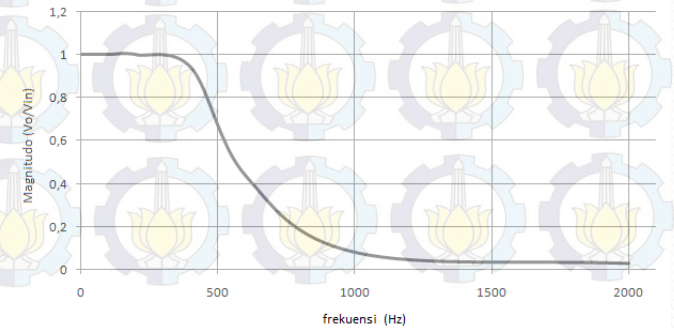
Perencanaan LPF : frek. Cutoff 400 Hz, orde 4 Butterworth filter, model Sallen Key digunakan C1 sebesar 47 nF , maka nilai C2 dihitung dengan persamaan :

$$C2 \geq C1\frac{4b1}{a_1^2}$$

nilai R1 dan R2 dapat ditentukan dengan rumus :

$$R_{1,2} = \frac{a_1.C_2 \mp \sqrt{a_1^2.C_2^2 - 4.b_1.C_2.C_2}}{4\pi f_c C_1 C_2}$$





Gambar 3. Hasil Uji rangkaian LPF

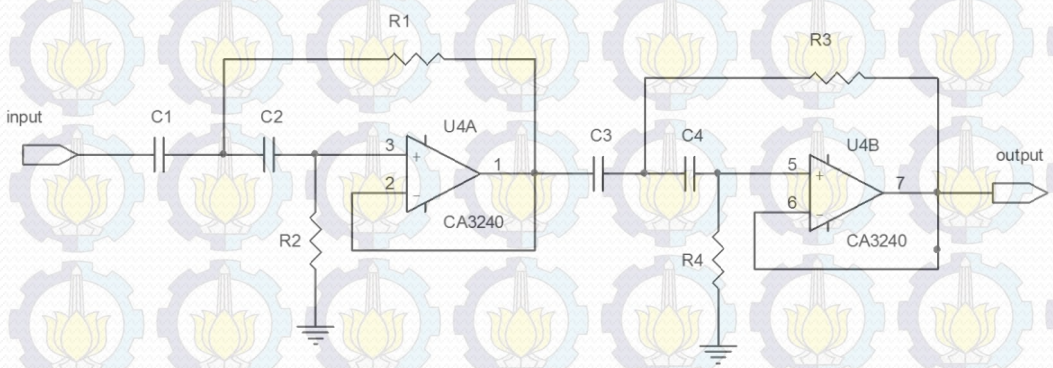
High Pass Filter orde 4

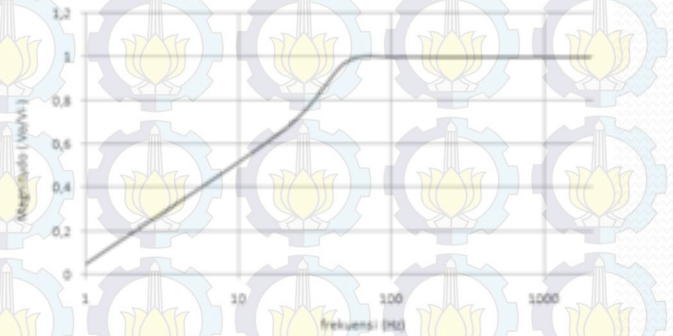
Perencanaan HPF : frek. Cutoff 20 Hz, orde 4 Butterworth filter, model Sallen Key
Untuk desain HPF orde 2 pertama dan kedua digunakan C sebesar 1 uF
maka nilai R1 dihitung dengan persamaan :

$$R_1 = \frac{1}{\pi f_c C a_1}$$

nilai R2 dapat ditentukan dengan rumus :

$$R_2 = \frac{a_1}{4\pi f_c C b_1}$$

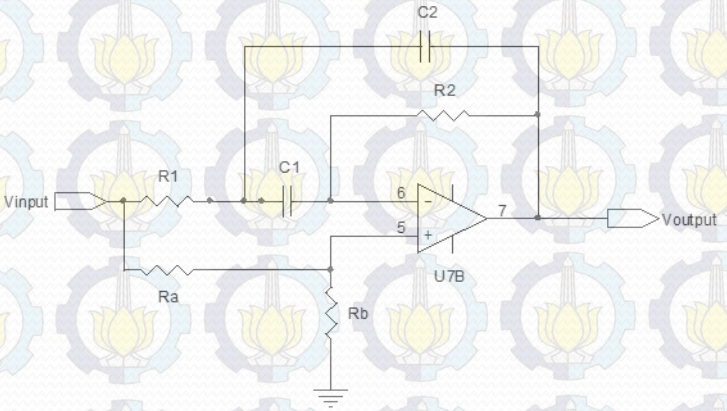


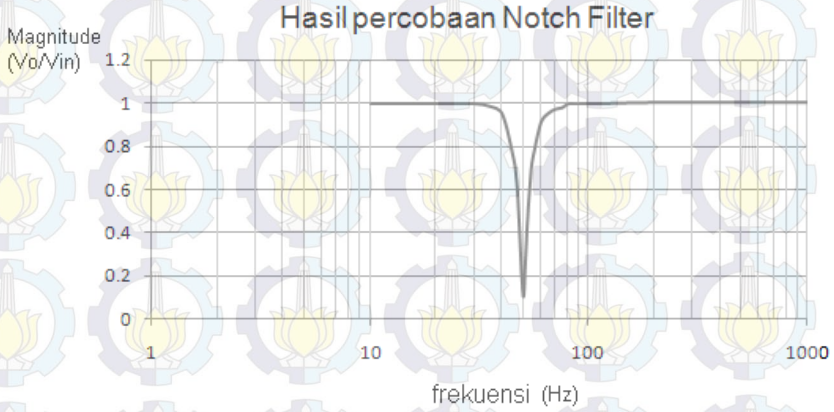


Gambar grafik magnitude vs frekuensi Hasil Uji rangkaian HPF

Notch Filter

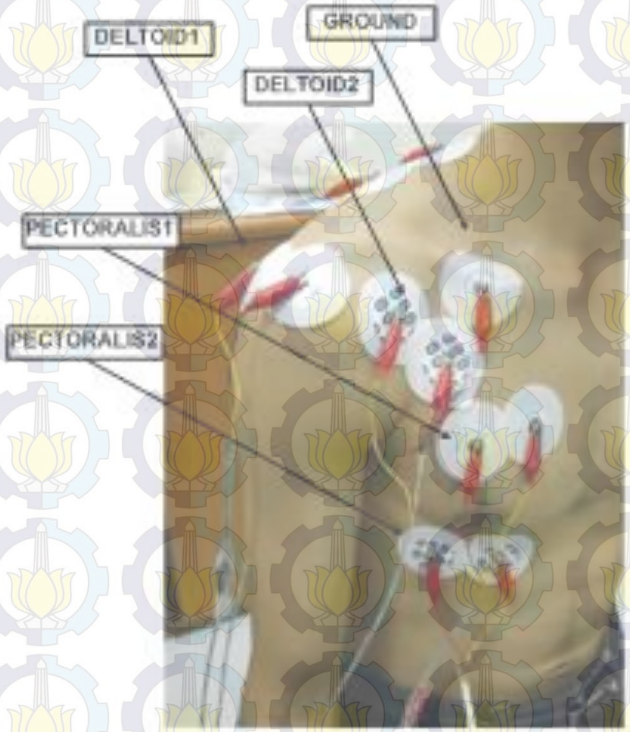
Desain Notch Filter pada frekuensi cut off, dengan persamaan sbb :





Gambar grafik magnitude vs frekuensi Hasil Uji rangkaian Notch Filter

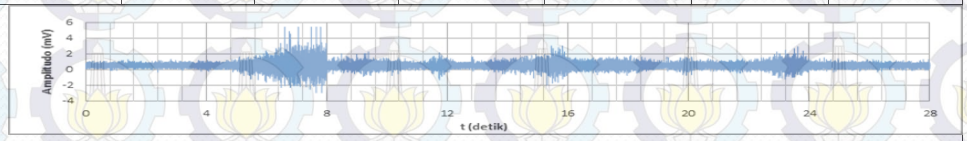
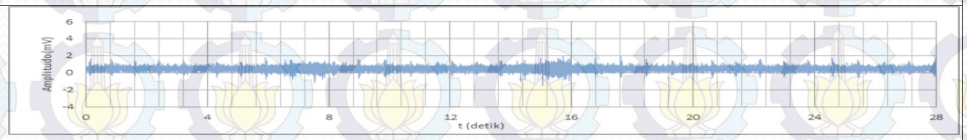
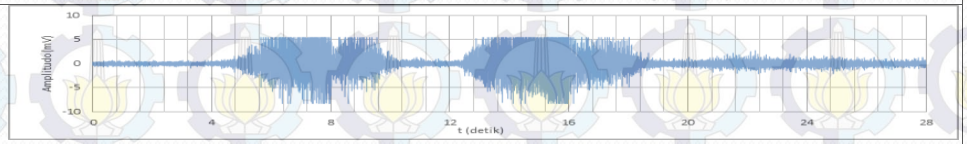
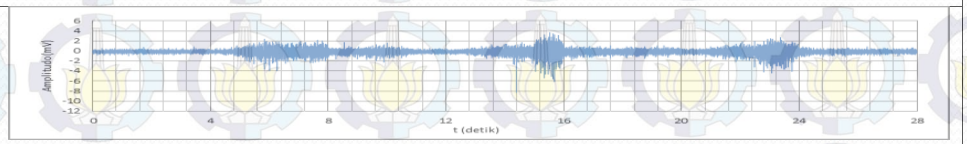
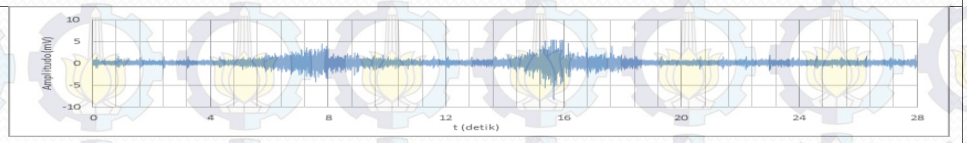
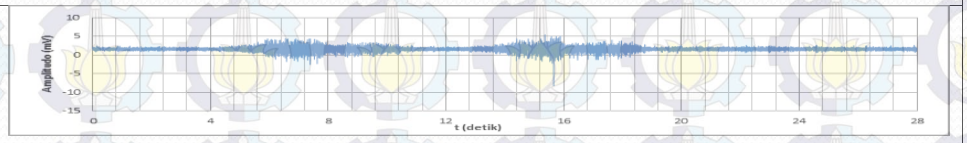
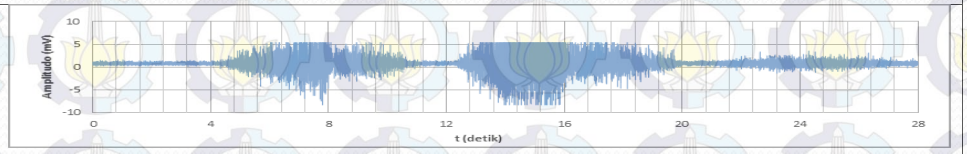
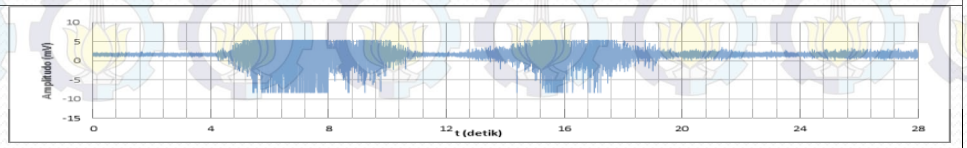
Peletakan Elektrode untuk gerakan Shoulder Joint



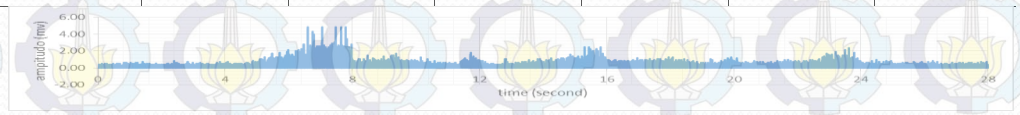
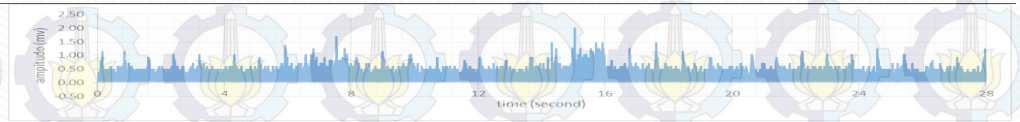
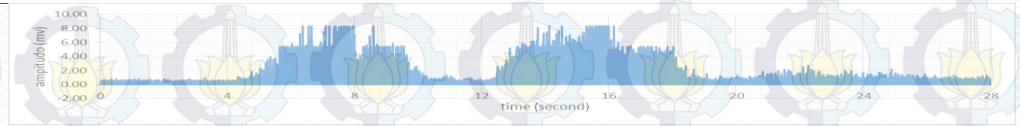
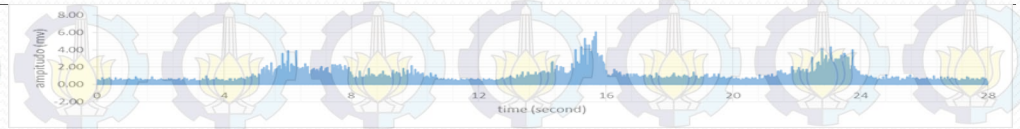
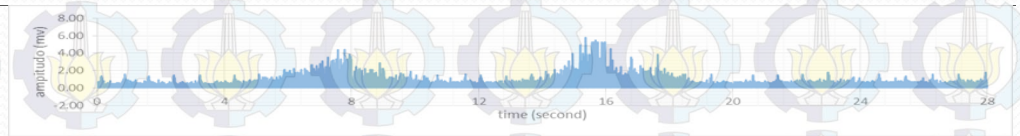
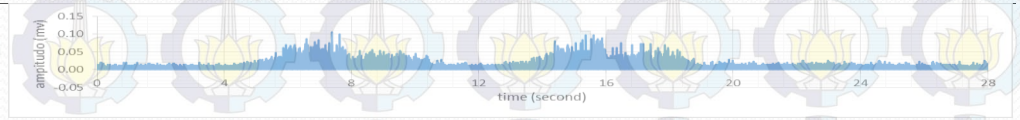
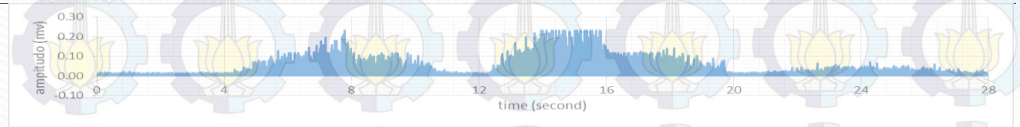
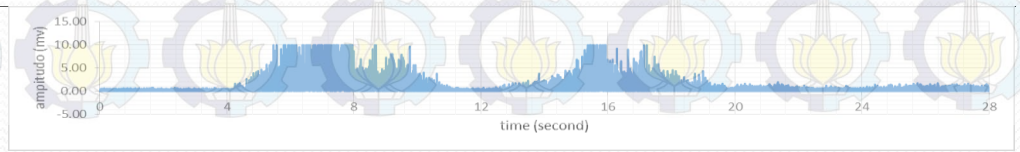
SISTEM INSTRUMENTASI
&
SISTEM AKUISISI DATA

PC

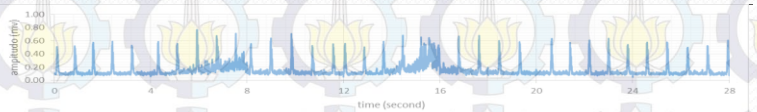
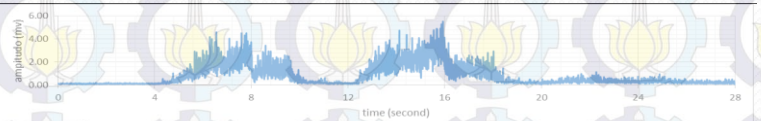
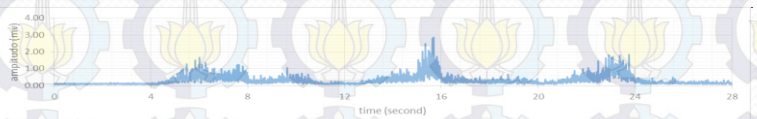
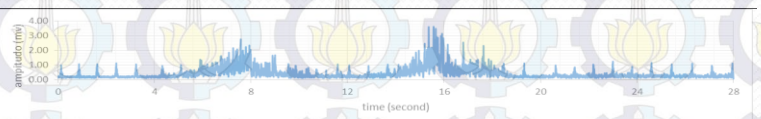
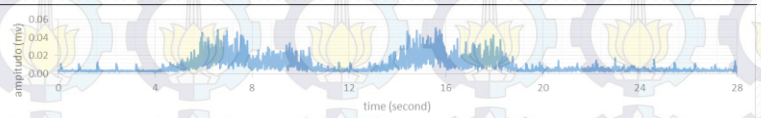
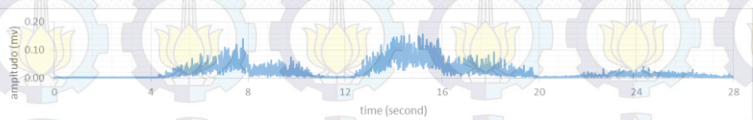
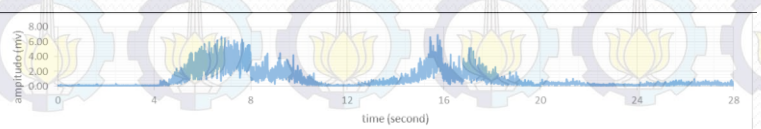
HASIL PEREKAMAN SINYAL EMG

	Pola1 : **Resting** 4 detik	Pola 2 : **Flexion** 4 detik	Pola 3 : **Extension** 4 detik	Pola 4 : Abduction 4 detik	Pola 5 : Adduction 4 detik	Pola 6 : External Rot. 4 detik	Pola 7 : Internal Rot 4 detik
Deltoid 1 Muscle							
Deltoid 2 Muscle							
Infraspinatus Muscle							
Supraspinatus Muscle							
Teres Major Muscle							
Latisimus Dorsi Muscle							
Pectoralis 1 Muscle							
Pectoralis 2 Muscle							

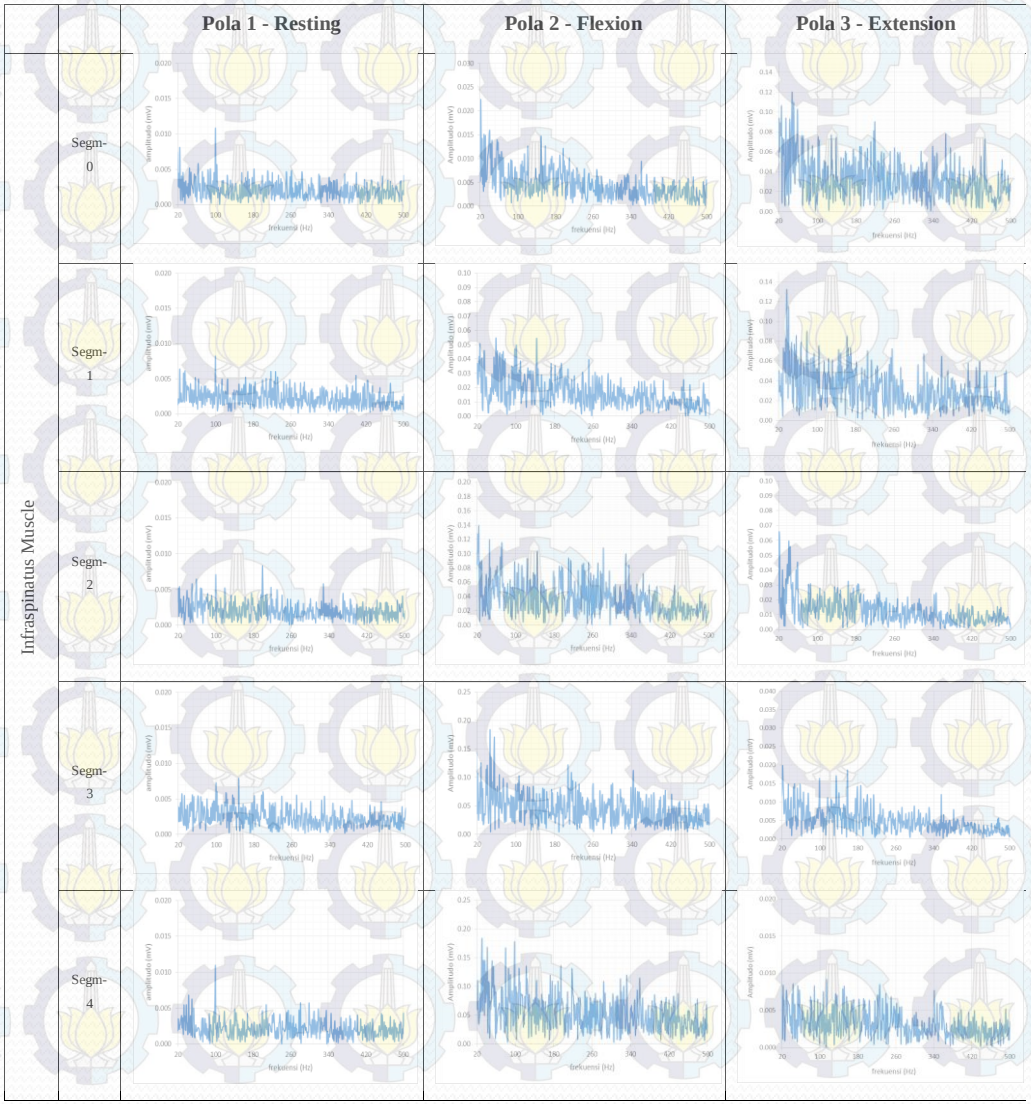
PROSES RECTIFIER SINYAL EMG

	Pola1 : (4 dtk) **Resting**	Pola 2: (4 dtk) **Flexion**	Pola 3:(4 dtk) **Extension**	Pola 4 : (4 dtk) **Abduction**	Pola 5 : (4 dtk) **Adduction**	Pola 6 : (4 dtk) **External Rot.**	Pola 7 : (4 dtk) **Internal Rot.**
Deltoid 1 Muscle							
Deltoid 2 Muscle							
Infraspinatus Muscle							
Supraspinatus Muscle							
Teres Major Muscle							
Latisimus Dorsi Muscle							
Pectoralis 1 Muscle							
Pectoralis 2 Muscle							

PROSES LINEAR ENVELOPE SINYAL EMG

	Pola1 : **Resting** 4 detik	Pola 2 : **Flexion** 4 detik	Pola 3 : **Extension** 4 detik	Pola 4 : **Abduction** 4 detik	Pola 5 : **Adduction** 4 detik	Pola 6 : **External Rot.** 4 detik	Pola 7 : **Internal Rot** 4 detik
Deltoid 1 Muscle							
Deltoid 2 Muscle							
Infraspinatus Muscle							
Supraspinatus Muscle							
Teres Major Muscle							
Latisimus Dorsi Muscle							
Pectoralis 1 Muscle							
Pectoralis 2 Muscle							

PROSES DFT SINYAL EMG

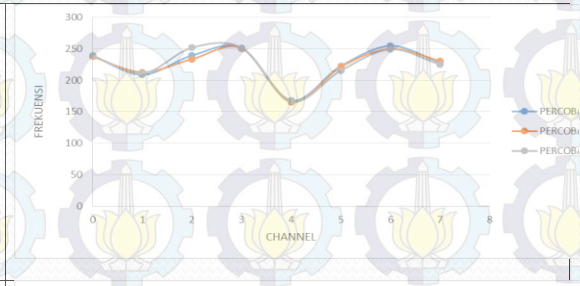


PROSES MMNF SINYAL EMG

Pola gerak 1

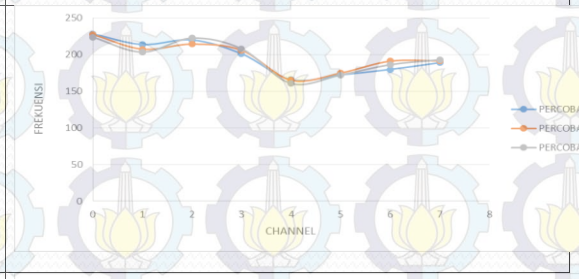
Resting

Channel :
0 : otot Deltoid 1
1 : otot Deltoid 2
2 : otot Infraspinatus
3 : otot Supraspinatus
4 : otot Teres Major
5 : otot Latisimus Dorsi
6 : otot Pectoralis 1
7 : otot Pectoralis 2



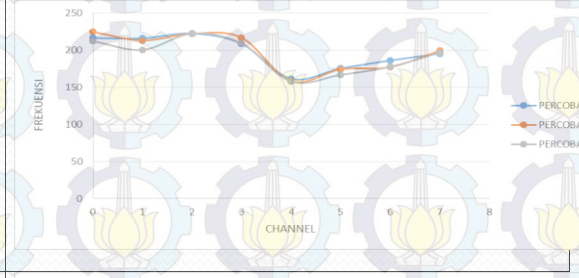
Pola gerak 2

Flexion



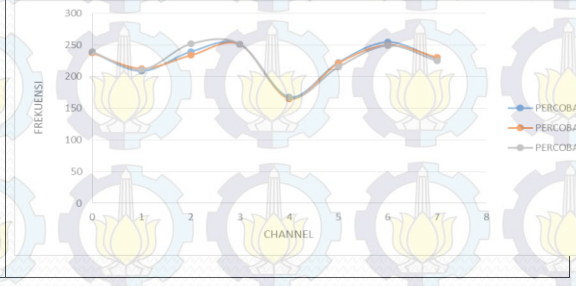
Pola gerak 3

Extension



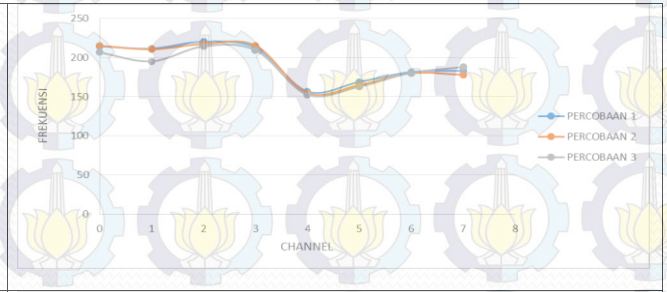
Pola gerak 4

Abduction



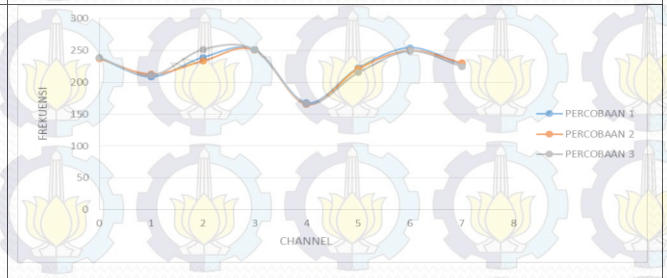
Pola gerak 5

Adduction



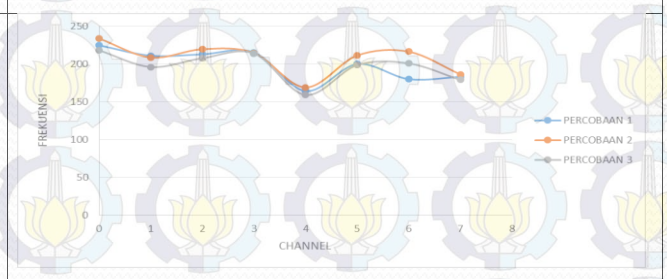
Pola gerak 6

External Rotation



Pola gerak 7

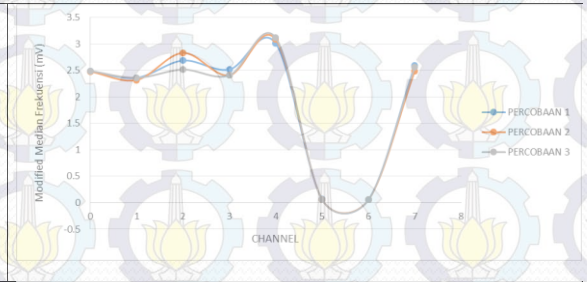
Internal Rotation



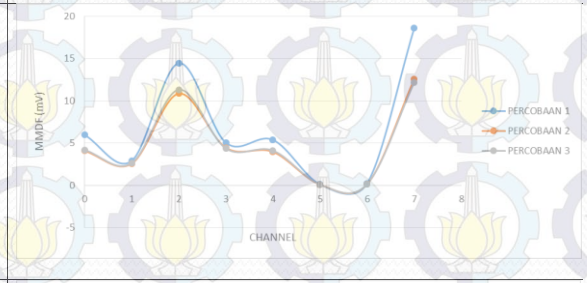
PROSES MMDF SINYAL EMG

Pola gerak 1
Resting

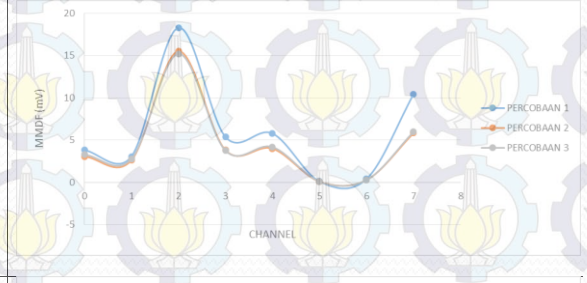
Channel :
0 : otot Deltoid 1
1 : otot Deltoid 2
2 : otot Infraspinatus
3 : otot Supraspinatus
4 : otot Teres Major
5 : otot Latisimus Dorsi
6 : otot Pectoralis 1
7 : otot Pectoralis 2



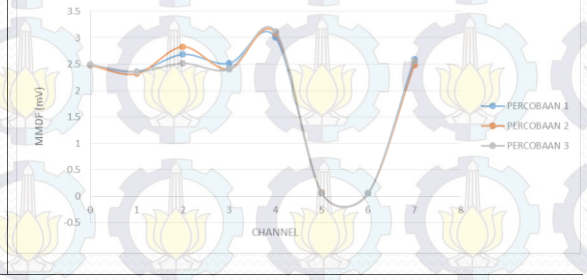
Pola gerak 2
Flexion



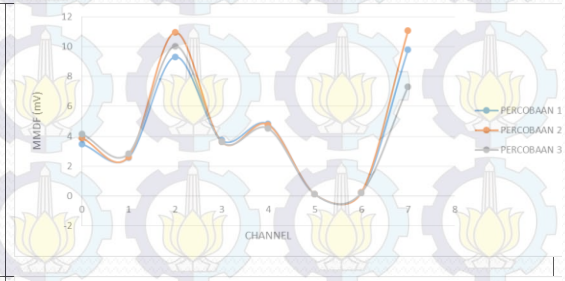
Pola gerak 3
Extension



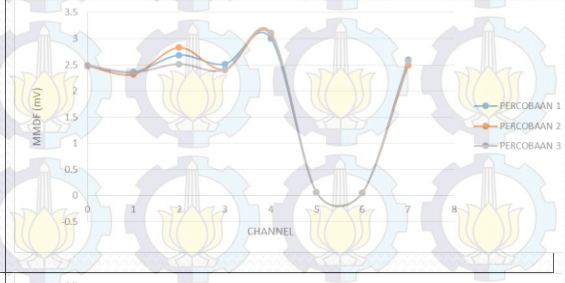
Pola gerak 4
Abduction



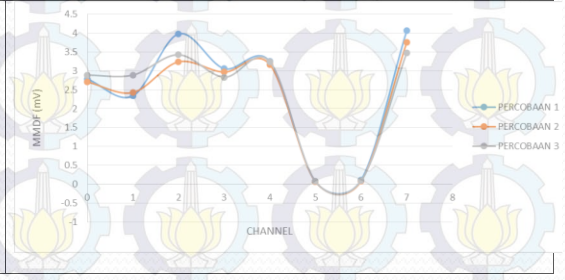
Pola gerak 5
Adduction



Pola gerak 6
External Rotation



Pola gerak 7
Internal Rotation



KESIMPULAN

- Dari percobaan yang telah dilakukan terhadap sinyal EMG yang direkam pada 8 titik otot (otot Deltoid1, otot Deltoid2, otot Infraspinatus, otot Supraspinatus, otot Teres Major, otot Latisimus Dorsi, otot Pectoralis1, otot Pectoralis2) yang dominan bekerja saat shoulder joint bergerak, mempunyai sinyal artefak jantung pada pengambilan data di otot deltoid 2. Perekaman sinyal EMG dilakukan pada 7 pola gerak shoulder joint.
- Pada proses Ekstraksi Ciri menggunakan metode Linear Envelope dapat disimpulkan bahwa pada gerakan resting shoulder (zero position) mempunyai perubahan amplitude per satuan waktu yang sangat kecil. Pada perhitungan nilai rata - rata dv/dt pada subyek A sebesar 0.0067 mV/s, pada subyek B sebesar 0.0048 mV/s, sedangkan pada subyek C nilai rata – rata dv/dt gerakan resting shoulder sebesar 0,0058 mV/s.
- Untuk proses ekstraksi ciri gerakan flexion shoulder pada subyek B dan C mempunyai pola energy dari level rendah menjadi semakin tinggi pada semua otot kecuali deltoid2. Sedangkan pada Subyek A mempunyai beberapa otot yang energinya menurun pada detik ke 3. Nilai energy maksimum pada subyek A mencapai 6,669 mV yang terjadi di otot pectoralis2 pada detik ke 2 sampai detik ke 3. Pada subyek B mencapai 2,892 mV yang terjadi pada detik ke 3 sampai detik ke 4 di otot infraspinatus. Pada subyek C besarnya energy mencapai 3,47 mV terjadi pada detik ke 3 sampai ke 4 di otot infraspinatus.
- Dari hasil Ekstraksi ciri Linear Envelope gerakan extension shoulder mempunyai pola energy yang mempunyai beberapa pola sinyal. Pada subyek A terdapat mayoritas pola adalah energy yang semakin tinggi sampai detik ke 2 kemudian mulai menurun, untuk subyek B mempunyai pola energy yang berkurang setelah detik ke 3, sedangkan pada subyek C mempunyai 2 pola energy yang menurun pada detik ke 2, dan mempunyai 3 pola yang energinya menurun pada detik ke 2. Level energy tertinggi pada gerakan extension subyek A yang terjadi pada detik ke 0 sampai ke 1 di otot pectoralis 2, sedangkan subyek B dan C mempunyai energy tertinggi pada otot infraspinatus.
- Hasil Ekstraksi ciri untuk gerakan Abduction Shoulder pada subyek A, B dan C mempunyai persamaan bahwa energy EMG mengalami kenaikan dari detik awal sampai akhir gerakan (detik ke 4) kecuali pada otot deltoid 2. Otot yang mempunyai nilai energy tertinggi pada ketiga subyek berbeda posisi , untuk subyek A berada pada otot Pectoralis2, untuk subyek B pada otot supraspinatus, sedangkan subyek C pada otot infraspinatus.
- Pola energy pada gerakan adduction mempunyai keberagaman seperti pada gerakan extension shoulder. Sedangkan posisi energy tertinggi pola gerakan adduction berbeda untuk tiap subyek. Subyek A pada otot pectoralis2, subyek B dan C pada otot Infraspinatus.
- Pola gerakan external rotation mempunyai pola energy yang cukup beragam tetapi mempunyai pola terbanyak adalah pola energy yang semakin bertambah besar dari awal sampai detik ke 4. Level energy tertinggi pada tiap subyek berbeda. Subyek A pada otot supraspinatus mencapai 1,83 mV, subyek B pada otot Teres Mayor sebesar 0,9 mV, sedangkan subyek C pada otot Teres Mayor sebesar 1,3 mV.
- Untuk Pola gerakan internal rotation mempunyai pola energy yang cukup beragam dari tiap otot, sedangkan level energy tertinggi untuk subyek A pada Teres Mayor sebesar 1,15 mV, untuk subyek B pada Teres Mayor sebesar 1,046 mV, dan subyek C pada Teres Mayor sebesar 1,288 mV
- Pada proses Ekstraksi Ciri menggunakan metode Modified Mean Frekuensi (MMNF) dapat disimpulkan bahwa terdapat kelompok kemiripan pola sinyal yang tidak sama pada tiap subyek. Dari hasil ekstraksi ciri pada subyek A menggunakan metode MMNF didapatkan 2 klasifikasi kelompok sinyal yang mirip, dan gerakan adduction dapat dibedakan dengan nilai MMNF otot Teres Mayor dan MMNF otot supraspinatus yang tidak sama dengan gerakan yang lain. Gerakan resting mempunyai nilai MMNF yang spesifik pada otot deltoid1, otot supraspinatus, otot latisimus dorsi, otot Pectoralis1, dan otot Pectoralis2. Gerakan abduction dapat dibedakan karena mempunyai nilai yang spesifik pada otot infraspinatus, dan otot latisimus dorsi. Proses Ekstraksi ciri MMNF untuk subyek B adalah menghasilkan 2 klasifikasi sinyal yang mirip. Tiga gerakan dari kelompok 1 (abduction, adduction, extension) dapat dibedakan oleh otot Pectoralis 2. Sedangkan empat gerakan dari kelompok 2 (Resting, flexion, external rotation, internal rotation) dapat dibedakan oleh otot Latisimus Dorsi. Proses Ekstraksi ciri MMNF untuk subyek C menghasilkan juga 2 klasifikasi sinyal mirip. Tetapi data MMNF yang dihasilkan mempunyai deviasi yang cukup besar pada perhitungan nilai rata- rata dari 3 percobaan MMNF subyek C, sehingga sulit untuk mengklasifikasikan dengan nilai deviasi yang cukup besar.
- Pada proses Ekstraksi Ciri menggunakan metode Modified Median Frekuensi (MMDF) terdapat kelompok kemiripan pola sinyal yang tidak sama pada tiap subyek. Pada proses Ekstraksi Ciri subyek A menggunakan metode Modified Median Frekuensi (MMDF) menghasilkan 2 klasifikasi sinyal yang mirip. Gerakan Flexion shoulder dapat dikenali oleh nilai MMDF otot supraspinatus. Gerakan Resting, abduction, external rotation, dan internal rotation dapat dibedakan oleh otot infraspinatus. Ekstraksi ciri MMDF pada subyek B menghasilkan 2 kelompok kemiripan sinyal. Gerakan Flexion, adduction, dan extension (kelompok mirip 1) bisa dibedakan oleh otot supraspinatus. Untuk keempat gerakan dari kelompok mirip 2 (Resting, abduction, external rotation dan internal rotation) dapat dibedakan oleh otot infraspinatus. Ekstraksi ciri MMDF pada subyek C menghasilkan 2 kelompok kemiripan sinyal. Gerakan Flexion bisa dibedakan oleh otot Teres Mayor. Untuk gerakan resting, dan gerakan abduction dapat dibedakan oleh otot infraspinatus.