

Gaya Tekan Pada Segmen L5/S1 (Kasus Pengangkatan Beban Statis)

Endryantoro, M. Thoriqul Aziz^{1*}

Paramita, Kinar Safira Dyah²

Shani, Mercya Salsabillah³

¹Teknik Biomedis, 081711733002

²Teknik Biomedis, 081711733003

³Teknik Biomedis, 081711733006

* Corresponding author's Email: m.thoriqul.aziz.endryantoro-2017@fst.unair.ac.id

Abstrak: Dalam pergerakan manusia, membutuhkan otot dan tulang sebagai actuator gerakan. Sebagaimana gerakan pada umumnya, pasti memiliki nilai gaya yang mempengaruhi disetiap segmen tubuh sehingga terciptalah kondisi gerakan penuh tubuh manusia. Pada percobaan kali ini yang akan diukur paling utama adalah gaya tekan pada segmen L5/S1 saat tubuh mengangkat beban statis. Dibentuk tiga kondisi berbeda untuk memberikan parameter pengaruh sudut pada pembentukan segmen tubuh. Diperoleh nilai gaya tekan L5/S1 pada kondisi I, II, dan III berturut turut adalah 1367,591; 764,331; dan 2026,746 Newton.

Kata Kunci: Gaya, Momen, Segmen Tubuh, Kondisi.

1. Pendahuluan

Tulang merupakan bagian tubuh yang berfungsi untuk memebrikan perbandingan antaran beban serta mendistribusikan gaya/ tegangan yang ada padanya(Nurmianto, 1996). Tulang secara umum dapat bergerak akibat adanya otot akibat adanya kontraksi. Otot dalam tubuh manusia terdapat tiga macam yaitu otot polos, otot rangka, dan otot jantung. Otot rangka merupakan bagian terbesar dalam tubuh serta yang paling berperan dalam proses bergerak.

Jaringan penghubung (*connective tissue*) adalah jaringan yang menghubungkan antara otot dengan tulang dan tulang dengna tulang. Jaringan yang menghubungkan otot dengan tulang adalah tendon. Tendon terdiri dari serabut-serabut kolagen yang letaknya paralel dengan panjang tendon. Tendon bergerak dalam sekelompok jaringan serabut dalam satu-satu area dimana adanya gaya gesekan harus diminimalkan. Bagian dari jaringan ini memerlukan cairan synovial sebagai pelumas. Sedangkan jaring yang menghubungkan antara tulang dengan tulang adalah ligamen. Ligamen berfungsi untuk menstabilkan sambungan (*joint stability*) atau membentuk bagian sanbungan dan menempel pada tulang. Ligamen tersusun atas kolagen yang tidak paralel. Adanya tegangan konstan akan

memperpanjang ligamen dan menjadikannya kurang stabil dalam menjaga sambungan.

Menurut NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), besar gaya tekan maksimum (*Maximum Permissible Limit*) tersebut adalah 6400 N pada L5/S1, sedangkan batasan gaya angkatan normal (*Action Limit*) sebesar 3400 pada L5/S1. Sehingga, apabila *force compression* (F_c) < AL (aman), $AL < F_c < MPL$ (perlu hati-hati) dan apabila $F_c > MPL$ (berbahaya). [2]



Gambar 1.1 : Force Compression

Gerak yang terjadi pada tubuh manusia merupakan perpaduan antara tulang, jaringan penghubung, dan otot. Perpaduan tersebut menghasilkan gaya dan momen gaya yang dapat dihitung untuk setiap segmen tubuh. Berikut ini adalah gambar segmen tubuh beserta prosentase beratnya:

Dimana $M(L_5/S_1)=MT$ =momen resultan pada L5/S1.

F_A = gaya perut(N)

D = jarak dari gaya perut ke L5/S1.($\pm 0,11$ m)

Untuk mencari gaya perut F_A , maka perlu mencari tekanan perut P_A dengan menggunakan rumus:

$$P_A = \frac{10^{-4} [43 - 0,36 (\vartheta_v + \vartheta_T)] [M_{L_5/S_1}]^{1,8}}{75}$$

$$F_A = P_A \times AA$$

Keterangan:

P_A = Tekanan Perut(N/cm²)

F_A = gaya perut(N)

AA = Luas Diafragma (465 cm²)

Θ_v = Sudut inklinasi perut

Θ_T = Sudut inklinasi kaki

$$W_{tot} = W_o + 2W_H + 2W_{LA} + 2W_{UA} + W_t$$

Keterangan:

W_{tot} = total gaya yang terjadi(N)

W_o = berat beban(N)

W_H = berat telapak tangan(N)

W_{LA} = berat lengan bawah(N)

W_{UA} = berat lengan atas(N)

W_t = berat punggung(N)

$$F_C = W_{tot} \cdot \cos \theta_4 - F_A + F_m$$

Keterangan:

F_C = gaya tekan pada segmen L5/S1(N)

W_{tot} = berat total(N)

Θ_4 = sudut inklinasi perut

F_A = gaya perut (N)

F_m = gaya otot pada *spinal erector*

Pada percobaan ini bertujuan untuk mengukur parameter segmen tubuh manusia, kemudian

menentukan gaya otot pada *spinal erector*, menentukan tekanan perut dan kemudian menentukan gaya tekan pada segmen L5/S1.

2. Bahan dan Metode

Beberapa alat yang digunakan diantaranya adalah timbangan bada, meteran, beban 2 Kg, dan busur.

Prosedur yang dilakukan mula mula tentukan terlebih dahulu jenis variasi yang dilakukan. Dalam hal ini peneliti menggunakan variasi sudut segmentasi tubuh atau perbedaan gerakan. Kemudian timbang berat badan naracoba yang akan diukur besar gaya tekannya pada L5/S1. Setelah itu ukur panjang telapak tangan, lengan bawah, lengan atas, dan punggung. Setelah itu angkat beban menggunakan satu tangan. Kemudian, bentuk tiga posisi berbeda sedemikian sehingga memebentuk sudut berbeda . ukurlah θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_H , dan θ_T sehingga akan terbentuk tiga data pengukuran sudut dalam tiga kondisi sudut berbeda. Dengan menggunakan persamaan sebelumnya, analisis data yang dimiliki.

3. Data dan Analisis Hasil Pengamatan

Dari hasil pengukuran diperoleh data sebagai berikut:

Naracoba : Thoriqul, 60 Kg. Massa beban 2Kg

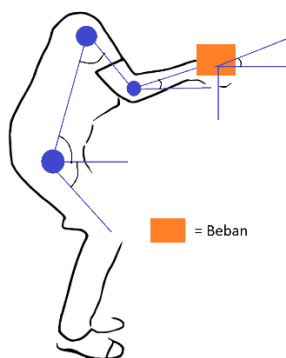
No	Segmentasi Tubuh	Panjang(m)	Sudut(^o)		
			I	II	III
1	Telapak tangan	0.19	30	50	50
2	Lengan Bawah	0.25	20	40	20
3	Lengan Atas	0.27	60	50	90
4	Punggung	0.54	65	80	40
5	Inklansi perut	-	65	80	40
6	Inklansi kaki	-	70	85	60

Gambar 3.1 Tabel Hasil Pengukuran Segmentasi Tubuh

Hasil analisis perhitungan data sesuai dengan persamaan sebelumnya:

Kondisi Analisa	I
Momen Telapak Tangan	2.195 Nm
Momen Gaya Lengan Bawah	5.582 Nm
Momen Gaya Lengan Atas	8.996 Nm
Momen Gaya Punggung	60.47 Nm
Tekanan Perut	- 0.901 Pa
Gaya Perut	-0.041 N
Gaya Otot Spinal Erector	1209.508 N
Gaya Tekan pada L5/S1	1367.591 N

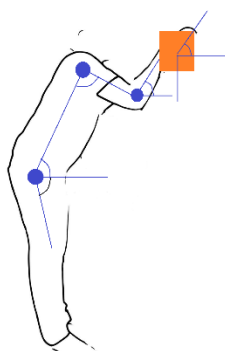
Gambar 3.2 Tabel Analisis Kondisi I



Gambar 3.3 Gambaran Sudut Kondisi I

Kondisi Analisa	II
Momen Telapak Tangan	1.629 Nm
Momen Gaya Lengan Bawah	4.39 Nm
Momen Gaya Lengan Atas	8.779 Nm
Momen Gaya Punggung	35.012 Nm
Tekanan Perut	- 0.987 Pa
Gaya Perut	-0.045 N
Gaya Otot Spinal Erector	700.348 N
Gaya Tekan pada L5/S1	765.331 N

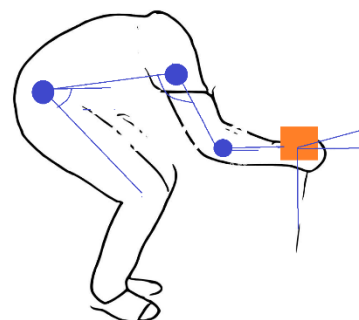
Gambar 3.4 Tabel Analisa Kondisi II



Gambar 3.5 Gambaran Sudut Kondisi II

Kondisi Analisa	III
Momen Telapak Tangan	1.629 Nm
Momen Gaya Lengan Bawah	5.016 Nm
Momen Gaya Lengan Atas	5.016 Nm
Momen Gaya Punggung	87.03 Nm
Tekanan Perut	2.17 Pa
Gaya Perut	0.1 N
Gaya Otot Spinal Erector	1740.379 N
Gaya Tekan pada L5/S1	2026.746 N

Gambar 3.6 Tabel Analisis Kondisi III



Gambar 3.7 Gambaran Sudut Kondisi III

4. Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan diatas, pada kondisi I, II, dan III diperoleh gaya tekan L5/S1 berturut turut adalah 1367,591 ; 764,331; dan 2026,746 Newton.

Jika diamati dari kondisi statis masing masing, kondisi ke III memiliki nilai gaya tekan L5/S1 paling tinggi dibandingkan yang lain. Hal ini diakibatkan karena posisi ini lebih banyak membentuk sudut sedemikian sehingga mempengaruhi besar gaya tekan, terutama pada sudut inklinasi kaki. Jika dibandingkan dengan kondisi II dengan sudut inklinasi kaki kondisi II lebih besar dibandingkan pada kondisi III. Tidak hanya inklinasi kaki saya, tetapi juga inklinasi perut, yang juga mempengaruhi paling besar terhadap nilai gaya tekan L5/S1.

Menurut literature, besar gaya tekan yang distandarkan dengan NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) adalah maksimal sebesar 6500 N pada L5/S1. Dan jika diamati dari ketiga kondisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi ambang ketiga nilai gaya tekan L5/S1 dibawah 6500 N, sehingga masih bisa dikatakan normal.

5. Kesimpulan

Dari hasil percobaan didapatkan nilai parameter segmen tubuh adalah didasarkan pada sudut yang dibentuk oleh bagian tubuh dan juga panjang segmen tubuh tersebut. kemudian, dari hasil analisis data diperoleh gaya spinal erector pada kondisi I, II, dan III berturut turut 1357,591 ; 700,348 ; 1740,379 N. Kemudian, besar tekanan perut yang diterima pada kondisi I, II, dan III berturut turut -0,901 ; -0,987 ; dan 2,17 Pascal. Gaya tekan pada segmen L5/S1 berturut

turut adalah 1367,591; 764,331; dan 2026,746 Newton.

References

- [1] Tayyari, F. & Smith, J. L. 1997. **"Occupational Ergonomic : Principle and applications"**, Chapman & Hall.
- [2] Nurmianto, E. 1996. **"Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya Tinjauan Anatomi, Fisiologi Antropometri, Psikologi dan Komputasi untuk Perancangan, Kerja dan Produk"**. PT. Guna Widya, Jakarta.