

Prediksi Kekuatan Otot Pada Kegiatan Lifting

Stephanus Susilo , Vivi Triyanti

Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta
Jalan Jenderal Sudirman Kav 51, Jakarta 12930, Indonesia
Email: e-mail : stephanussusilo@rocketmail.com
vivi.triyanti.2@gmail.com

Received 2 October 2014; Accepted 16 November 2015

Abstract

There must be a lot of factors influence human muscle strength, both internal and external aspects. This study considers three main factors thought to affect human muscle strength, which are: muscle contraction, types of hand, and also gender. There are also covariance variables that are used, e.g. BMI and physical activity. Strength of biceps, forearms and trapezius muscles were measured using experimental design approach, among individuals with range of aged 19-24 years. Based on the calculation, all factors are proven to have significant correlation at significance level Of 0.05. In addition, BMI and activity also has a relationship with muscle strength. Using all these factors, regression linear model was built to predict muscle strength. Additionally, maximum lifting strength was also estimated based on predicted muscle strength. Based on internal validity using paired t-test, the result show that predicted muscle strength and maximum lifting force have no difference to measured ones

Keywords : Muscle strength , Lifting strength , Design of Experiments , Linear regression

1. PENDAHULUAN

Manual material handling atau biasa disebut dengan MMH merupakan suatu ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*), dari material dengan segala bentuknya (Wignjosobroto,2003). Mudahnya pengaplikasian aktivitas *manual material handling* dalam berbagai jenis kegiatan, merupakan alasan utama masih banyaknya perusahaan ataupun instansi lain yang menerapkannya. Untuk melakukan kegiatan, khususnya *manual material handling*, manusia memerlukan energi untuk beraktivitas. Semakin berat golongan suatu pekerjaan semakin besar gerakan otot, hal ini menyebabkan semakin tinggi pula pengeluaran energi yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan tersebut. Pengeluaran tenaga atau energi yang tergolong besar atau berlebih akan menyebabkan munculnya kelelahan. Kelelahan itu

sendiri dapat diartikan sebagai suatu kondisi menurunnya efisiensi, performa kerja, dan berkurangnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan. (Wignjosobroto,2003).Kelelahan yang terjadi disebabkan karena terlalu besarnya pengeluaran energi dalam tubuh akibat besarnya kontraksi otot yang terjadi pada saat melakukan kegiatan atau aktivitas.

Otot bertugas mengatur segala jenis aktivitas yang berkaitan dengan kontraksi. Fungsi utama dari otot itu sendiri adalah mobilitas atau sebagai penggerak tubuh. Untuk melakukan pergerakan otot manusia membutuhkan kekuatan. Kekuatan otot adalah kapasitas otot untuk mengatasi suatu beban. Menurut Depkes RI (1994), kekuatan otot merupakan tenaga atau gaya yang dapat dihasilkan otot atau sekelompok otot pada suatu kontraksi maksimal. Kekuatan otot disini adalah kemampuan otot untuk berkontraksi dan menghasilkan tenaga, sehingga dalam melakukan kegiatan *manual*

material handling kekuatan otot sangat memiliki peran sebagai penyedia tenaga.

Banyak penelitian yang membahas mengenai hubungan kegiatan *material handling*, kekuatan otot, dan resiko cedera yang terkait (Bartlett D, 2007), baik pada atlet (Sullivan KO et al, 2008) maupun pekerja (Grobler 2013). Namun jumlah penelitian yang dapat memprediksi kekuatan otot seseorang secara kuantitatif berdasarkan faktor tertentu masih sangat terbatas

Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan kuantitatif antara kekuatan otot atau *muscle strength* dengan salah satu kegiatan *manual material handling*, yakni *lifting*, dengan mempertimbangkan beberapa buah faktor yang diduga memiliki pengaruh. Kegiatan *lifting* dipilih karena *Lifting* merupakan kegiatan MMH yang paling banyak menyebabkan cedera (Ayoub, M.M, 1989). Kegiatan ini sangat berpotensi menyebabkan *lower back pain*, salah satu injury yang paling banyak diklaim (Muhammed S et al, 2014). Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengaruh beberapa buah faktor terhadap kekuatan otot.

Studi dilakukan di Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Unika Atma Jaya. Subyeknya adalah mahasiswa Teknik Industri Unika Atma Jaya dengan umur antara 18-21. Karena studi ini dilakukan di populasi yang amat terbatas, maka hasilnya butuh untuk dibuktikan dalam populasi yang lebih luas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Variabel Penelitian

Untuk meneliti dan memprediksi *muscle strength*, terdapat beberapa faktor yang berdasarkan literature, diduga berpengaruh terhadap kekuatan otot., yaitu:

Kontraksi Otot

Kontraksi otot adalah proses terjadinya pengikatan aktin dan miosin sehingga otot memendek. Kontraksi otot terjadi saat dimana manusia melakukan pergerakan sehingga menyebabkan otot berkontraksi. Kekuatan otot dapat dimaksimalkan saat berkontraksi (LaStayo PC, et al, 2003)

Jenis Tangan (Hand dominance)

Jenis tangan yang dimaksudkan disini adalah tangan kanan dan juga tangan kiri. Tangan sering kali digunakan untuk melakukan aktivitas sehari – hari. Dimana terdapat jenis tangan yang biasanya lebih dominan digunakan oleh kebanyakan orang. Kekuatan genggaman tangan yang lebih kuat

dilaporkan cenderung lebih tinggi untuk subyek yang dominan memakai tangan kanan dibanding tangan kiri (Koley, 2010) Glad (2011)

Aktivitas fisik

Aktivitas fisik adalah pergerakan tubuh akibat aktivitas otot – otot skeletal yang mengakibatkan pengeluaran energi (Carpensen et al, 1985). Menurut Baecke (1982) terdapat aspek yang dapat menggambarkan tingkat aktivitas fisik seseorang, yaitu pekerjaan, olahraga, dan kegiatan waktu luang. Aktivitas fisik terbagi menjadi beberapa kategori, yakni:

Tabel 1. Klasifikasi Aktivitas Fisik

| Klasifikasi | Frekuensi (jam/ minggu) |
|-------------|-------------------------|
| Ringan | < 1 jam/ minggu |
| Sedang | 1 jam – 3 jam/ minggu |
| Berat | > 3 jam/minggu |

(Sumber: Harikedua et. al, 2012)

Body Mass Index

Body Mass Index biasa disebut dengan BMI adalah gambaran seseorang tentang perkembangan keseimbangan antara asupan dan kebutuhan untuk berbagai proses biologis, termasuk pertumbuhan (Supariasa, 2001).

Jenis Kelamin atau Gender

Sebelum pubertas baik laki – laki dan perempuan tidak menunjukkan adanya perbedaan pada kekuatan maksimal aerobik. Setelah usia pubertas kebugaran wanita lebih rendah 15 – 25 % dibandingkan pria. Perbedaan tersebut disebabkan karena adanya perbedaan luas permukaan tubuh, komposisi tubuh, jumlah hemoglobin, kapasitas paru – paru dan sebagainya (Moeloek, 1984 dalam Permaesih, 2000). Kebugaran disini secara tidak langsung memiliki kemungkinan untuk mempengaruhi kekuatan otot yang dimiliki pria dan juga wanita. Oleh sebab itu, faktor jenis kelamin menjadi salah satu faktor yang diujikan.

Umur

Umur merupakan faktor yang sudah pasti memiliki pengaruh. Hal ini telah dibuktikan melalui penelitian yang dilakukan sebelumnya. Kekuatan otot maksimum umumnya dicapai pada usia 20 sampai dengan 30 tahun. Proses penuaan menyebabkan pengurangan kekuatan dan masa otot. Kekuatan otot dari usia muda <40 dan dewasa (> 40 tahun) bisa berkurang antara 16.6% - 40,9% (Keller & Engelhardt, 2013).

Subyek Penelitian

Dalam studi ini, digunakan samples dari mahasiswa Teknik Industri Unika Atma Jaya yang berasal dari angkatan yang berbeda-beda dengan usia 18-21 tahun, serta dalam kondisi fisik yang sehat. Terdapat 3Faktor yang digunakan dalam eksperimen.Masing-masing mempunyai 2 taraf faktor.Selengkapnya dapat dilihat pada table 3.

Tabel 2. Rangkuman Faktor dan Taraf Faktor

| No | Faktor | Taraf Faktor | Simbol |
|----|----------------|------------------|--------|
| 1 | Kontraksi Otot | Tanpa Kontraksi | K1 |
| | | Dengan Kontraksi | K2 |
| 2 | Jenis Tangan | Kanan | J1 |
| | | Kiri | J2 |
| 3 | Gender | Pria | G1 |
| | | Wanita | G2 |

Terdapat $2 \times 2 \times 2 = 8$ perlakuan dengan masing-masing dilakukan 3 kali replikasi. Percobaan eksperimen akan dilakukan untuk ketiga otot. Karena itu terdapat $8 \times 3 \times 3 = 72$ samples. Kandidat dipilih secara acak dari daftar mahasiswa dan memenuhi kriteria inklusi.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data didahului dengan pengumpulan data berupa tinggi tubuh, umur, berat badan dan juga frekuensi aktivitas fisik subjek. Selanjutnya, pengukuran subyek terbagi menjadi dua buah bagian yakni pengukuran besar kekuatan otot dan juga besar kekuatan angkat maksimum subjek.

Pengumpulan data besar kekuatan otot terbagi menjadi dua yakni pada kondisi relaks dan juga pada saat melakukan kegiatan *lifting*. Pada proses pengumpulan data besar kekuatan otot pada kondisi relaks, subjek diminta untuk duduk santai tanpa mengeluarkan tenaga, yang kemudian peneliti akan melakukan pengukuran besar kekuatan otot pada tiga bagian yakni *biceps*, *forearm* dan juga *trapezius* dengan menggunakan alat *Lafayette Manual Muscle Tester*.

Sama halnya pada pengumpulan data dengan kondisi relaks, pengumpulan data besar kekuatan otot pada saat melakukan kegiatan *lifting* dilakukan juga untuk 3 buah bagian otot, yang membedakan adalah kondisi responden yang sedang melakukan kegiatan *lifting* dengan menggunakan alat bantu *baselinelifting dynamometer*. Pengumpulan data ini dilakukan sebanyak dua kali untuk meminimalisasi terjadinya kesalahan dalam pengumpulan data besar kekuatan otot.

Pengumpulan data kedua yaitu pengumpulan data kekuatan angkat maksimum dilakukan hanya untuk kondisi responden melakukan kegiatan *lifting*. Pengambilan data pada kondisi ini dilakukan dengan alat bantu *lifting dynamometer*. Yang mana alat ini juga dapat digunakan untuk mengetahui besar kekuatan angkat yang dilakukan oleh subjek tersebut. Angka besar kekuatan angkat maksimum ini akan tertera pada alat jika subjek melakukan pengangkatan semaksimal mungkin. Pengumpulan data ini dilakukan dengan mempertimbangkan faktor – faktor yang ada dan juga dilakukan dengan kombinasi faktor yang mungkin dilakukan. Sehingga data yang diperoleh sudah dipengaruhi oleh faktor – faktor yang kiranya akan dilakukan pengujian pengaruh.

Pengujian Pengaruh Antar Faktor

Pada tahap ini dilakukan pengujian data – data besar kekuatan otot yang diperoleh pada tahap sebelumnya. pengujian ini dilakukan dengan menggunakan ANOVA. ANOVA disini diperlukan untuk memutuskan apakah faktor – faktor yang diuji tersebut memiliki pengaruh terhadap besar kekuatan otot yang dihasilkan subjek.

Pada tahap pengujian pengaruh ini, kekuatan otot yang diuji tidak terbagi menjadi beberapa bagian otot, melainkan menjadi satu bagian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah faktor – faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap besar kekuatan otot yang dihasilkan secara umum atau *general*.

Pembuatan Persamaan Regresi

Terdapat dua persamaan regresi utama yang dihasilkan, yaitu

a. Persamaan Regresi untuk Masing – Masing Bagian Otot

Pada tahap ini dilakukan pembuatan persamaan regresi untuk memprediksi kekuatan otot untuk masing – masing bagian otot berdasarkan faktor – faktor yang telah lolos uji pengaruh.

$$X_i = k_i + p_i (b_1) - q_i (b_2) - r_i (b_3) - s_i (b_4) - t_i (b_5)$$

Pers 1. Model Prediksi muscle strength berdasar variable tubuh

Dimana :

- X_i = muscle strength untuk bagian otot i
- p_i = parameter kontraksi otot dari bagian otot i
- q_i = parameter jenis tangan dari bagian otot i
- r_i = parameter gender dari bagian otot i
- s_i = parameter BMI dari bagian otot i
- t_i = parameter aktiviitas fisik dari bagian otot i
- b_1 = Kontraksi Otot (1=berkontraksi)
- b_2 = Jenis Tangan (1=kanan)

- b₃ = Gender (1 = laki)
- b₄ = BMI
- b₅ = Aktivitas Fisik

Karena terdapat varabel yang berskala nominal (gender, jenis tangan, dan kontraksi otot), maka Uji yang dilakukan untuk mengetahui hubungan tersebut adalah dengan menggunakan regresi linear dengan *dummy variable*. Tiap variabel berskala biner, dengan angka 0 menunjukkan tidak ada kontraksi (b1), tangan kiri (b2), perempuan (b3). Variabel BMI dihitung menggunakan nilai dari observasi dan variabel aktivitas fisik dihitung menggunakan skala Interval 1-3 sesuai keterangan pada table 1.

b. Pembuatan Persamaan Regresi Kekuatan Angkat Dengan Kekuatan Otot

Pada tahap ini dilakukan pembuatan persamaan regresi untuk memprediksi besar kekuatan angkat maksimum yang kiranya dapat dilakukan oleh subjek. Persamaan ini dipengaruhi oleh besar masing – masing bagian otot yang diujikan yaitu *biceps, forearm* dan juga *trapezius*.

$$L = g + h(m_1) + i(m_2) + j(m_3)$$

Pers 2. Model Prediksi Kekuatan angkat max berdasarkan kekuatan otot

- L = Kekuatan angkat
- m₁ = Kekuatan Otot *Biceps*
- m₂ = Kekuatan Otot *Forearm*
- m₃ = Kekuatan Otot *Trapezius*
- g = konstanta dari persamaan
- h = parameter kekuatan otot *biceps*
- i = parameter kekuatan otot *Forearm*
- j = parameter kekuatan otot *Trapezius*

Validasi Persamaan Regresi

Menggunakan uji t-berpasangan (*paired t-test*), Persamaan regresi yang diperoleh sebelumnya kemudian divalidasi untuk mengetahui apakah persamaan regresi dapat digunakan untuk memprediksi besar kekuatan otot dan kekuatan angkat dengan subjek yang memiliki kriteria yang sama. Uji ini dilakukan untuk masing masing bagian otot dan juga untuk kekuatan angkat maksimum. Hipotesis-0 nya adalah rata-rata adalah selisih nilai kekuatan yang diestimasi sama dan nilai kekuatan hasil observasi adalah 0

$$H_0 : \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0$$

$$H_1 : \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \neq 0$$

Pers 3. Hipotesis 0 Uji t berpasangan untuk validasi hasil persamaan regresi terhadap hasil observasi

Dengan

- x1 = nilai yang diestimasi dari persamaan
- x2 = nilai hasil observasi

Data yang digunakan sebagai pembandingan adalah data dari mahasiswa Teknik Industri Unika Atma Jaya. Oleh karena masih berasal dari populasi yang sama dengan subyek penelitian, dan ruang lingkungannya masih sangat terbatas, maka Validasi ini tergolong masih bersifat validasi *internal*.

3. HASIL

Berdasarkan pengolahan data ANOVA, dengan menggunakan alpha = 0.05, disimpulkan bahwa semua faktor yang diujikan mempunyai efek yang signifikan terhadap kekuatan otot.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi ANOVA

| Faktor | Sig. (hasil SPSS) | Penerimaan /Penolakan Hipotesis |
|--|-------------------|---------------------------------|
| Faktor Kontraksi | 0.001 | Tolak H ₀ |
| Faktor Jenis Tangan | 0.004 | Tolak H ₀ |
| Faktor Gender | 0.000 | Tolak H ₀ |
| Interaksi Kontraksi dan Jenis Tangan | 0.441 | Terima H ₀ |
| Interaksi Kontraksi dan Gender | 0.456 | Terima H ₀ |
| Interaksi Jenis Tangan dan Gender | 0.000 | Tolak H ₀ |
| Interaksi Kontraksi, Jenis tangan dan Gender | 0.204 | Terima H ₀ |

Hasil Persamaan Regresi

Setelah mengetahui bahwa terdapat pengaruh yang signifikan untuk faktor konstruksi, jenis tangan, dan faktor gender, maka pengolahan dengan memasukkan tiap faktor ke analisis regresi untuk mengetahui hubungan antar masing – masing faktor dengan kekuatan otot di 3 buah bagian otot. Karena ketiga faktor ini mempunyai skala nominal, maka digunakan regresi linear dengan *dummy variable*.

Dari hasil ANOVA, diketahui bahwa terdapat interaksi antara jenis tangan dan gender. Bila kedua faktor ini digunakan sebagai variabel bebas dalam regresi linear, maka sebenarnya terdapat korelasi antar variabel bebas, dimana hal ini menyalahi asumsi sebuah regresi linear. Namun karena kedua variabel ini merupakan *dummy variable* yang mempunyai skala nominal 0 dan 1, maka interaksi ini diabaikan dalam regresi linear.

Berikut ini merupakan hasil persamaan regresi yang dihasilkan untuk memprediksi kekuatan tiap otot biceps, forearms, dan trapezius:

| | |
|-----------|--|
| Biceps | $9.713 + 0.473 (b_1) - 0.314 (b_2) - 2.475 (b_3) - 0.030 (b_4) - 0.415(b_5)$ |
| Fore arms | $9.791 + 0.927 (b_1) + 0.264 (b_2) - 2.605 (b_3) - 0.052 (b_4) + 0.167(b_5)$ |
| Trapezius | $7.356 + 0.574 (b_1) - 1.299 (b_2) - 1.438 (b_3) + 0.036 (b_4) - 0.186(b_5)$ |

Pers 4. Prediksi kekuatan Otot Berdasar Variable Tubuh

Dimana :

- b_1 = Kontraksi Otot(1=berkontraksi)
- b_2 = Jenis Tangan (1=kanan)
- b_3 = Gender(1 = laki)
- b_4 = BMI
- b_5 = Aktivitas Fisik

Disamping mengetahui persamaan regresi untuk masing – masing bagian otot. Pada penelitian ini juga diperoleh persamaan untuk memprediksi besar kekuatan angkat maksimum yang kiranya dapat dihasilkan seseorang terkait dengan 3 bagian otot yang dibahas :

$$\text{Kekuatan Angkat} = - 6.161 + 0.768 (b_1) + 0.602 (b_2) + 1.058 (b_3)$$

Persamaan 5. Prediksi Kekuatan Angkat Maximum berdasarkan kekuatan otot

Dimana :

- b_1 = Kekuatan Otot *Biceps*
- b_2 = Kekuatan Otot *Forearm*
- b_3 = Kekuatan Otot *Trapezius*

Kekuatan angkat maximum juga diprediksi menggunakan *Body Mass Index* (BMI) Berikut ini merupakan hasil persamaan yang dihasilkan:

$$\text{maxlifting} = 3.863 + 0.163 (\text{BMI})$$

Pers 6. Prediksi Kekuatan Angkat Maximum berdasarkan BMI

Dari hasil persamaan regresi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai BMI maka semakin tinggi juga nilai kekuatan angkat yang dihasilkan.

Faktor Aktivitas Fisik

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan besar kekuatan otot yang dihasilkan pada responden yang sering melakukan

aktivitas fisik dan yang jarang melakukan aktivitas fisik. Berikut ini merupakan hasil persamaan yang dihasilkan:

$$Y = 6.363 + 0.618 (\text{Akt.Fisik})$$

Pers 7. Prediksi Kekuatan Angkat Maximum berdasarkan aktivitas fisik

4. PEMBAHASAN

a. Menganalisis hasil dari eksperimen

Dari hasil ANOVA yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa faktor – faktor seperti kontraksi otot, jenis tangan dan juga jenis kelamin atau *gender* memberikan pengaruh terhadap kekuatan otot bagian *biceps*, *forearms* dan juga *trapezius* dipengaruhi pada tingkat signifikansi 0.05. Kekuatan otot dengan taraf faktor tanpa kontraksi, tangan kanan, dan juga laki – laki, cenderung memiliki nilai *muscle strength* yang lebih besar jika dibandingkan dengan taraf faktor lainnya. Variabel covarian seperti BMI dan juga aktivitas memiliki korelasi dan juga turut memberikan pengaruh terhadap kekuatan otot untuk masing – masing bagian otot.

b. Memvalidasi Hasil Persamaan Regresi

Validasi dilakukan dengan menggunakan uji t-berpasangan, yang dilakukan untuk masing – masing bagian otot yakni *biceps*, *forearm*, dan juga *trapezius*. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, baik hasil dari pengumpulan data ataupun hasil dari persamaan regresi memiliki nilai yang sama. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji *paired sample t test* yang menunjukkan nilai *sig.2tailed* yang dihasilkan untuk masing – masing bagian ototnya > 0.05. Besar nilai *sig.2tailed* yang dihasilkan untuk *biceps*, *forearm* dan juga *trapezius* secara berurutan adalah sebagai berikut : 0.893 , 0.970 dan 0.924. dari hasil tersebut ketiganya memiliki nilai yang > 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh untuk kekuatan otot hasil pengumpulan dan kekuatan otot hasil persamaan regresi adalah sama.

c. Hubungan Kekuatan Otot dan angkat

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan regresi untuk mengetahui hubungan kekuatan otot dan juga kekuatan angkat maksimum, maka diperoleh suatu persamaan dimana persamaan tersebut akan dapat memprediksi kekuatan angkat maksimum seseorang berdasarkan besar kekuatan otot dari ketiga bagian yang menjadi bagian dari penelitian ini. Penelitian ini membahas tiga buah bagian otot yakni *biceps*, *forearm* dan juga *trapezius*.

Dari hasil persamaan tersebut dapat dilihat bahwa masing – masing bagian otot memiliki hubungannya sendiri dengan besar kekuatan angkat maksimum yang mungkin dihasilkan. Untuk bagian otot *biceps*, memiliki hubungan berbanding lurus dengan kekuatan angkat maksimum. Hal ini dibuktikan dengan meningkatkan besar kekuatan otot bagian *biceps* akan meningkatkan kekuatan angkat maksimum yang mungkin dilakukan. Sama halnya dengan bagian otot *forearm*, pada bagian ini hubungan dengan kekuatan angkat maksimum adalah berbanding lurus. Dimana jika forearm memiliki kekuatan otot yang besar maka kekuatan angkat maksimum juga akan meningkat. Untuk bagian otot *trapezius* juga memiliki kesimpulan yang sama, dimana semakin meningkat kekuatan otot untuk *trapezius* maka kekuatan angkat akan meningkat juga. Untuk memaksimalkan kekuatan angkat dapat dilakukan dengan melakukan latihan pada ketiga bagian otot tersebut.

d. Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan yang terdapat pada penelitian ini adalah subjek yang digunakan masih terbatas untuk populasi mahasiswa/i Teknik Industri Unika Atma Jaya. Hal ini menyebabkan data – data yang diperoleh belum bisa digunakan secara umum .

Kendala lainnya adalah validasi untuk persamaan regresi yang dilakukan. Dimana validasi tersebut dinyatakan valid untuk validasi internal saja. Penelitian ini masih terbatas pada validasi eksternal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data mengenai yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Besar kekuatan otot atau *muscle strength* untuk bagian *biceps*, *forearms* dan juga *trapezius* dipengaruhi pada tingkat signifikansi 0.05 oleh faktor kontraksi otot, faktor jenis tangan dan juga faktor *gender*.
- b. Untuk beberapa buah taraf faktor seperti tanpa kontraksi, tangan kanan dan juga laki – laki cenderung memiliki nilai *muscle strength* yang lebih besar jika dibandingkan dengan taraf faktor lainnya
- c. Variabel covarian seperti BMI dan juga aktivitas memiliki korelasi dan juga turut memberikan pengaruh terhadap kekuatan otot untuk masing – masing bagian otot.
- d. Bagian otot *biceps*, *forearm* dan juga *trapezius* berbanding lurus dengan kekuatan angkat. Sehingga semakin besar kekuatan otot maka kekuatan angkat yang dihasilkan akan semakin besar.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Baecke, Jos Ah, et al. (1982). *A Sort Questionnaire for the Measurement of Habitual Physical Activity in Epidemiological Studies*. The American Journal of Clinical Nutrition 36. USA.
2. Bartlett D¹, Li K, Zhang X (2007). *A relation between dynamic strength and manual materials-handling strategy affected by knowledge of strength*. Human Factors. 2007 Jun;49(3):438-46.
3. Caspersen C, Powell K, Christenson G (1985). *Physical Activity, Exercise and Physical Fitness: Definitions and Distinction for health-related research*. Public Health Rep. 100:126-31
4. DEPKES RI.(1994). *Standar Peralatan, Ruang dan tenaga Rumah Sakit Pemerintah*. Jakarta : Dirjen Yanmed.
5. Eko, Nurmianto. (2003). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya : Penerbit Guna Widya
6. Glad M.I , Jaiganesh.K (2011) *Effect of Right hand dominance over handgrip strength and muscular work done* . Int J Current Scientific Research. 2011; 1(3): 83-85
7. Grobler (2013) *Self-reported work-related musculoskeletal injuries and isometric handgrip strength*. Oxford Journals Medicine & Health Occupational Medicine Volume 63, Issue 3Pp. 210-216
8. Harikedua, Vera T & Naom Tando. (2012). *Aktivitas Fisik Dan Pola Makan Dengan Obesitas Sentral Pada Tokoh Agama Di Kota Manado*. *GIZIDO Volume 4 No. 1 Mei 2012*.
9. Koley S and Singh AP (2010). *Effect of Hand Dominance in Grip Strength in Collegiate Population of Amritsar, Punjab, India* Anthropologist, 12(1): 13-16 (2010)
10. Keller K and Engelhardt M (2013). *Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss*. Muscles Ligaments Tendons J. 2013 Oct-Dec; 3(4): 346–350.
11. Kroemer, K.H.E., Kroemer, H.B., & Kroemer-Elbert, K.E. (2001). *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency* (2nd Ed.). NJ: Prentice-Hall
12. Mohammed S, Singh D, Johnson GT, Xu P, McCluskey JD, Harbison (2014). *RD Evaluation of Occupational Risk Factors for Healthcare Workers through Analysis of the Florida Workers' Compensation Claims Database*. J. Occupational Diseases and Environmental Medicine, 2014, 2, 77-85
13. O'Rahilly, Ronan, Muller, Fabiola, Carpenter, Stanley. 2008. *Basic Human Anatomy : A regional Study of Human Structure*. (on-

- line).http://www.dartmouth.edu/~humananat/omy/part_2/index.html(Diakses tanggal 21 Januari 2015)
14. Paul C. LaStayo, John M. Woolf, PT, MS, ATC, Michael D. Lewek, PT Lynn Snyder-Mackler, PT, ScD Trude Reich, Stan L. Lindstedt, Ph, (2013) *Eccentric Muscle Contractions: Their Contribution to Injury, Prevention, Rehabilitation, and Sport* Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy Volume 33, nomor 10, October 2003
 15. Permaesih, Dewi. (2000). Kaitan Kesegaran Jasmani, Kesehatan dan Olahraga Keterampilan. *Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesi XXVIII No.10 (2000): 560 – 5673.*
 16. Pulat, B.M. (1996). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Illinois: Wafeland Press.
 17. Ryoto, Vergie. (2012). Hubungan Antara Kekuatan Otot Genggam Dengan Umur, Tingkat Kemandirian, dan Aktivitas Fisik Pada Lansia Wanita Ku Geriatri Terpilih Jakarta Utara Tahun 2012. Laporan Tugas Akhir. Depok : Universitas Indonesia.
 18. Sullivan KO, O'Ceallaigh B, O'Connell KandShafat A (2008) *The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of irish gaelic footballers*. *MC Musculoskeletal Disorders*, 2008, **9**:30 doi:10.1186/1471-2474-9-30
 19. Supariasa. (2001). *Gizi dalam Masyarakat*. Jakarta: PT. Elex Media. Komarudin .
 20. Wignjosuebrototo (2003), *ERGONOMI: Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya