

IDENTIFIKASI MATURASI FISIK ANAK USIA 10-14 TAHUN DENGAN METODE MIRWALD GENDER-SPECIFIC REGRESSION ALGORITHMS PADA ATLET PUTRA KLUB RENANG DI SURABAYA

Muhammad Ilham Mauluddin

S1 Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Surabaya
muhammadmauluddin@mhs.unesa.ac.id

Prof. Dr. drg. Soetanto Hartono, M.Sc.

S1 Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Mirwald Gender Specific Regression (MGSR) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan maturasi fisik guna dalam menentukan program latihan yang tepat untuk atlet. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi maturasi fisik menggunakan variabel antropometri yaitu usia kronologis, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, panjang tungkai. **Sampel:** Subjek penelitian ini atlet renang laki-laki di Surabaya usia 10-14 tahun. **Metode:** penelitian ini berjenis observasional menggunakan rancangan *cross-sectional*. Sampel penelitian ini diambil menggunakan purposive sampling yang berjumlah 50 orang dengan menggunakan metode *MGSR* sebagai penentu maturasi fisik. Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan tes antropometri yang akan di analisa menggunakan analisis regresi. **Hasil:** Koefisien determinasi (R^2) untuk PHV adalah 0,987; dengan SEE 0,053. Dengan usia matur antara 13,2-15,3 tahun dan rata-rata usia matur 14,5 tahun. **Kesimpulan:** Usia kronologis, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, panjang tungkai mempunyai pengaruh terhadap maturasi fisik atau kematangan biologis anak, maka dapat disimpulkan bahwa metode *MGSR* dapat digunakan sebagai metode praktis untuk menentukan maturasi fisik atau kematangan biologis.

Kata kunci : Anak-anak, Dewasa, Maturasi, Percepatan Pertumbuhan.

Abstract

Mirwald Gender Specific Regression (MGSR) is a method used to determine physical maturation in determining the right training program for athletes. **Objective:** This study aims to identify physical maturation using anthropometric variables, namely chronological age, height, sitting height, weight, leg length. **Sample:** The subjects of this study were male swimming athletes in Surabaya aged 10-14 years. **Method:** This study was observational type using a design *cross-sectional*. The research sample was taken using purposive sampling, amounting to 50 people using *MGSR* is a determinant of physical maturation. Data collection instruments in this study used anthropometric tests to be analyzed using regression analysis. **Results:** The coefficient of determination (R^2) for PHV is 0.987; with SEE 0.053. With a mature age between 13.2-15.3 years and an average maturity of 14.5 years. **Conclusion:** Chronological age, height, sitting height, weight, leg length have an influence on the physical maturity or biological maturity of children, it can be concluded that the *MGSR* method can be used as a practical method to determine maturation or biological maturity.

Keywords: Children, Adults, Maturation, Growth Spurt

PENDAHULUAN

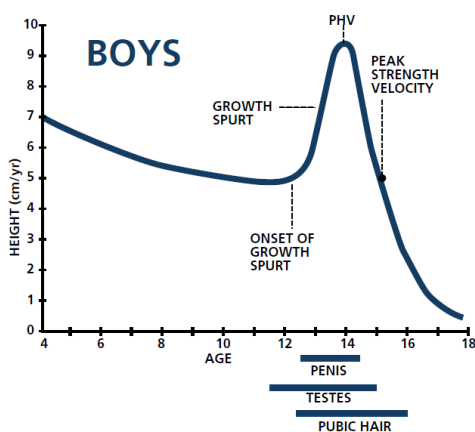
Pemerintah melalui Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi secara rutin setiap tahun mengadakan kompetisi olahraga antara kelompok usia sekolah dasar (pre adolescence) dan kelompok usia menengah pertama (adolescence) serta kelompok usia sekolah menengah atas. Batasan antara kelompok adalah maturasi fisik, seks, dan gigi yang divalidasi menggunakan pemeriksaan tubuh dan pemeriksaan dokumen (Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Prov. Jawa Timur, 2015).

Maturasi adalah proses menuju dewasa (KBBI). Indikator maturasi sangatlah bervariasi sesuai dengan

sistem biologis yang digunakan, tetapi indikator maturasi yang lebih umum digunakan dalam studi pertumbuhan berhubungan baik antara lain maturasi kerangka, maturasi seksual, waktu percepatan pertumbuhan remaja, dan persentase status dewasa yang dicapai pada usia tertentu (Hebestreit, 2008). Maturasi mengacu pada perubahan sistem kualitatif, baik struktural maupun fungsional, dalam kemajuan tubuh menuju kedewasaan seperti perubahan tulang rawan ke tulang di kerangka. (Way, 2016). Maturasi memberikan potensi keuntungan ambilan oksigen maksimal yang lebih besar akibat pertumbuhan rongga toraks, namun disisi lain maturasi juga dapat memberikan potensi kerugian akibat penambahan berat

badan (Cameron, 2002). Ambilan oksigen yang besar membantu ketersediaan ATP yang cukup dalam mendukung performa daya tahan saat berolahraga. Perbedaan ambilan oksigen yang bermakna berperan dalam prestasi akhir dari capaian kompetisi kelompok usia (McArdle, 2010).

Dalam maturasi terdapat istilah yang disebut *Peak Height Velocity* (PHV). PHV merupakan suatu dasar untuk menentukan program latihan bagi anak-anak. PHV mengacu pada tingkat maksimum pertumbuhan tinggi selama percepatan remaja. Usia dalam PHV merupakan indikator kematangan somatik.



Gambar 1. Jarak dan kurva kecepatan tinggi anak laki-laki (Way, 2016).

Maturasi ditandai dengan munculnya karakteristik seks sekunder dan diakhiri dengan lengkapnya perkembangan genital pada anak laki-laki. Usia awal pubertas pada anak laki-laki berkisar antara 9 – 14 tahun (Azwar, 2003). Pada fase pubertas terjadi perubahan fisik sehingga pada akhirnya seorang anak akan memiliki kemampuan bereproduksi. Terdapat lima perubahan khusus yang terjadi pada pubertas, yaitu, penambahan tinggi badan yang cepat (pacu tumbuh), perkembangan seks sekunder, perkembangan organ-organ reproduksi, perubahan komposisi tubuh serta perubahan sistem sirkulasi dan sistem respirasi yang berhubungan dengan kekuatan dan stamina tubuh. Banyak metode yang digunakan dalam menentukan usia untuk mencapai maturasi fisik antara lain metode *Mirwald Gender-Specific Regression Algorithms* yang dikatakan dapat memprediksi usia biologis atau PHV anak dengan derajat kepercayaan 95%. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi maturasi fisik anak dengan metode *Mirwald Gender-Specific Regression Algorithms*, dengan harapan usia biologis dapat digunakan sebagai acuan pelatih untuk menerapkan latihan lanjutan kepada atlet dan dapat digunakan sebagai sarana *talent scouting* dalam mencari atlet yang berpotensi.

METODE

Untuk mendapatkan data peneliti menggunakan metode analitik observasional menggunakan rancangan cross sectional, dimana antara variabel bebas dan variabel terikat diobservasi pada saat yang bersamaan dan hanya dilakukan satu kali tes, yaitu tes antropometri yang meliputi pengukuran tinggi badan berdiri, tinggi badan duduk, berat badan, panjang tungkai, dan usia kronologis

Subjek penelitian ini adalah anak laki-laki berusia 10-14 tahun yang ditentukan menggunakan purposive sampling berjumlah 50 orang. Hasil dari pengumpulan data akan diolah menggunakan teknik analisis regresi linear berganda untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh dari 5 variabel bebas yaitu: (1) tinggi badan; (2) tinggi duduk; (3) panjang tungkai; (4) berat badan; (5) usia kronologis, terhadap variabel terikat yaitu maturasi fisik. Analisa data ini menggunakan bantuan SPSS 25.

Untuk memprediksi usia biologis atau PHV, Mirwald merumuskan suatu rumus yaitu:

Boys' algorithm (R²=0.89):
 $Age\ from\ PHV\ (years) = -9.236 + (0.0002708 \cdot ((leg\ length \cdot sitting\ height))) + (-0.001663 \cdot (age \cdot leg\ length)) + (0.007216 \cdot (age\ sitting\ height)) + (0.02292 \cdot (body\ mass\ by\ height\ ratio\ expressed\ as\ percentage))$

HASIL

A. Deskripsi Data

Data deskriptif yang di dapat dari proses pelaksanaan penelitian meliputi usia maturasi (PHV), usia kronologis, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, panjang tungkai. Subjek penelitian adalah atlet renang di Surabaya kelompok umur 10-14 tahun yang berjumlah 50 orang. Hasil analisis deskriptif berupa rerata dan simpang baku disajikan pada tabel berikut

Tabel 1 Deskripsi Maturasi Fisik Usia 10 Tahun

| | Minimum | Maximum | Mean | | SD |
|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | Statistic | Statistic | Statistic | SEE | Statistic |
| PHV | 13.2 | 14.3 | 13.870 | .1044 | .3302 |
| Age | 10.0 | 10.8 | 10.360 | .0872 | .2757 |
| Height | 131.0 | 144.0 | 136.700 | 1.6869 | 5.3344 |
| Weight | 24.7 | 55.9 | 38.830 | 3.3027 | 10.4440 |
| Sit | 63.0 | 74.0 | 68.900 | .9939 | 3.1429 |
| Leg | 64.0 | 73.0 | 67.800 | .9165 | 2.8983 |

Tabel 2 Deskripsi Maturasi Fisik Usia 11 Tahun

| | Minimum | Maximum | Mean | | SD |
|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | Statistic | Statistic | Statistic | SEE | Statistic |
| PHV | 14.0 | 14.7 | 14.460 | .0636 | .2011 |
| Age | 11.1 | 11.8 | 11.410 | .0605 | .1912 |
| Height | 132.0 | 147.0 | 139.800 | 1.4892 | 4.7093 |
| Weight | 26.4 | 41.5 | 36.080 | 1.5934 | 5.0387 |
| Sit | 67.3 | 74.5 | 70.020 | .6451 | 2.0400 |
| Leg | 64.7 | 76.5 | 69.780 | 1.1084 | 3.5052 |

Tabel 3 Deskripsi Maturasi Fisik Usia 12 Tahun

| | Minimum | Maximum | Mean | | SD |
|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | Statistic | Statistic | Statistic | SEE | Statistic |
| PHV | 13.9 | 15.1 | 14.690 | .1224 | .3872 |
| Age | 12.0 | 12.9 | 12.500 | .1022 | .3232 |
| Height | 141.0 | 156.0 | 147.400 | 1.6411 | 5.1897 |
| Weight | 36.6 | 48.1 | 43.070 | 1.1464 | 3.6252 |
| Sit | 70.0 | 79.0 | 73.700 | 1.0116 | 3.1990 |
| Leg | 68.0 | 80.0 | 73.700 | 1.1552 | 3.6530 |

Tabel 4 Deskripsi Maturasi Fisik Usia 13 Tahun

| | Minimum | Maximum | Mean | | SD |
|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | Statistic | Statistic | Statistic | SEE | Statistic |
| PHV | 14.1 | 15.1 | 14.630 | .0895 | .2830 |
| Age | 13.0 | 13.8 | 13.390 | .0737 | .2331 |
| Height | 151.0 | 161.0 | 156.000 | 1.1255 | 3.5590 |
| Weight | 40.7 | 53.0 | 46.700 | 1.5029 | 4.7525 |
| Sit | 76.0 | 83.0 | 78.800 | .6633 | 2.0976 |
| Leg | 74.0 | 81.0 | 77.200 | .7424 | 2.3476 |

Tabel 5 Deskripsi Maturasi Fisik Usia 14 Tahun

| | Minimum | Maximum | Mean | | SD |
|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | Statistic | Statistic | Statistic | SEE | Statistic |
| PHV | 14.6 | 15.3 | 14.870 | .0716 | .2263 |
| Age | 14.0 | 14.8 | 14.380 | .0867 | .2741 |
| Height | 155.0 | 166.0 | 158.800 | 1.0832 | 3.4254 |
| Weight | 48.0 | 56.0 | 51.800 | .9286 | 2.9364 |
| Sit | 79.0 | 84.0 | 81.300 | .5175 | 1.6364 |
| Leg | 74.0 | 83.0 | 77.500 | .9339 | 2.9533 |

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan dapat diperoleh perbandingan data rata-rata secara berturut-turut pada anak usia 10-14 tahun yang dapat dilihat di tabel 1, tabel 2, tabel 3, tabel 4, tabel 5 mempunyai tinggi badan 136,7 cm; 139,8 cm; 147,4

cm; 156,6 cm; 158,8 cm, dengan berat badan 38,8 kg; 36,0 kg; 43,0 kg; 46,7 kg; 51,8 kg, dengan tinggi duduk 68,9 cm; 70,0 cm; 73,7 cm; 78,8 cm; 81,3 cm, dan Panjang tungkai 67,8 cm; 69,7 cm; 73,7 cm; 77,2 cm; 77,5 cm Berdasarkan data diatas diperoleh usiamatur/PHrata-rata 14,5 dengan usia matur minimal 13,2 tahun dan usia matur maksimal 15,3 tahun.

B. Uji Normalitas

Analisis korelasi sederhana adalah hubungan antara dua variabel. Dalam perhitungan korelasi akan di dapat koefisien korelasi yang menunjukkan keeratan hubungan antar dua variabel tersebut. Nilai koefisien korelasi berkisar antara 0 sampai 1 atau 0 sampai -1, nilai semakin mendekati 1 atau -1 maka hubungan semakin erat, jika mendekati 0 maka hubungan semakin lemah (Purnomo, 2016:137). Analisis korelasi Pearson atau dikenal juga dengan korelasi product moment, adalah analisis untuk mengukur keeratan hubungan secara linier antara dua variabel yang mempunyai distribusi data normal (Purnomo, 2016:137).

Tabel 6 Hasil Uji Normalitas PHV, Age, Height, Weight, Sitting Height, Leg Length

| Variable | Kolmogorov-Smirnov | | |
|----------|--------------------|----|-------|
| | Statistic | df | Sig. |
| PHV | .128 | 50 | .040 |
| Age | .096 | 50 | .200* |
| Height | .131 | 50 | .031 |
| Weight | .101 | 50 | .200* |
| Sit | .137 | 50 | .020 |
| Leg | .103 | 50 | .200* |

Berdasarkan tabel 6 didapatkan hasil uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov terhadap PHV, age, height, weight, sitting height, leg length pada anak usia 10 – 14 tahun. Pada variabel PHV, Height, Sit data berdistribusi tidak normal dikarenakan <0,05. Sedangkan pada variabel Age, Weight, Leg diperoleh data berdistribusi normal karena >0,05.

C. Uji Korelasi non Parametrik

Uji korelasi non parametrik dengan koefisien korelasi yang di gunakan adalah Analisis Spearman's rho digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara dua variabel berdasar peringkat- peringkat dimana korelasi ini tidak mensyaratkan distribusi normal (Purnomo, 2016:143).

Tabel Hasil Uji Korelasi Non Parametrik

| | | PHV | Age | Height | Weight | Sit | Leg |
|-----|-------------------------|-------|------|--------|--------|------|------|
| PHV | Correlation Coefficient | 1.000 | .732 | .419 | .293 | .374 | .466 |
| | Sig. (2-tailed) | . | .000 | .002 | .039 | .008 | .001 |

Jika melihat dari hasil signifikansi PHV terhadap ke lima variabel yaitu usia, tinggi badan, berat badan, tinggi duduk, dan panjang tungkai didapatkan hasil signifikansi <0,05, maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara PHV dengan usia, tinggi badan, berat badan, tinggi duduk, dan panjang tungkai.

D. Uji Regresi Linear Berganda dan ANOVA

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen dengan satu variabel dependen (Purnomo, 2016:161).

Tabel Model Summary Regresi Maturasi Fisik

| Model | R | R Square | Adj. R ² | SEE | DW |
|-------|-------------------|----------|---------------------|-------|-------|
| 1 | .993 ^a | .987 | .986 | .0535 | 1.208 |

Berdasarkan tabel 4.8 didapatkan data R (korelasi berganda) yang bernilai 0,993 yang artinya terjadi hubungan yang erat antara variabel bebas (usia, tinggi badan, berat badan, tinggi duduk, panjang tungkai) terhadap variabel terikat (PHV) karena nilainya mendekati 1. R square merupakan koefisien determinasi yang bernilai 0,987 yang artinya prosentase sumbangan variabel bebas terhadap variabel terikat sebesar 98,7%. Adjusted R Square merupakan sumbangan pengaruh variabel bebas terhadap variabel kuat yang bernilai 0,986. *Standar Error of the Estimate* (SEE) bernilai 0,0535 artinya kesalahan yang dapat terjadi dalam memprediksi maturasi fisik (PHV) sebesar 0,0535.

Durbin-Watson (DW) bernilai sebesar 1.208, dengan dL sebesar 1.3346 dan dU 1.7708, jadi nilai 4-dU =2,2292 dan 4-dL = 2,6654. Dengan begitu dapat disimpulkan terjadi autokorelasi dalam regresi ini dan dW < dL maka H₀ di tolak.

Tabel Analisis Varian (ANOVA) Maturasi Fisik

| Model | df | F | Sig. |
|-------|------------|----|---------|
| 1 | Regression | 4 | 840.348 |
| | Residual | 45 | |
| | Total | 49 | |

Berdasarkan tabel 4.9 diperoleh nilai F = 840,348; nilai F_{tabel} = 2,422 dan Sig. 0,000. Sehingga dapat disimpulkan F>F_{tabel} dan Signifikansi <0,05. Maka H₀

di tolak, jadi dapat di simpulkan bahwa usia, tinggi badan, berat badan, tinggi duduk, panjang tungkai secara bersama-sama berpengaruh terhadap maturasi fisik (PHV).

PEMBAHASAN

Maturasi mengacu pada perubahan sistem kualitatif, baik struktural maupun fungsional, dalam kemajuan tubuh menuju kedewasaan seperti perubahan tulang rawan ke tulang di kerangka. (Way, 2016:18). Maturasi ditandai dengan munculnya karakteristik seks sekunder dan diakhiri dengan datangnya menstruasi pada anak perempuan dan lengkapnya perkembangan genital pada anak laki-laki. Usia awal pubertas pada anak laki-laki berkisar antara 9 – 14 tahun dan perempuan berkisar 8 – 13 tahun (Azwar, 2003:176).

Berdasarkan hasil uji diatas dapat diperoleh perbandingan data rata-rata secara berturut-turut pada anak usia 10-14 tahun mempunyai tinggi badan 136,7 cm; 139,8 cm; 147,4 cm; 156,6 cm; 158,8 cm, dengan berat badan 38,8 kg; 36,0 kg; 43,0 kg; 46,7 kg; 51,8 kg, dengan tinggi duduk 68,9 cm; 70,0 cm; 73,7 cm; 78,8 cm; 81,3 cm, dan Panjang tungkai 67,8 cm; 69,7 cm; 73,7 cm; 77,2 cm; 77,5 cm.

Usia biologis atau kematangan biologis merujuk pada proses menuju kedewasaan yang biasanya ditandai dengan beberapa indikator kematangan, yaitu kematangan skeletal, seksual dan somatik, dimana kita bisa memprediksi usia biologis dengan menggunakan metode mirwald gender specific regression yang mana metode ini menggunakan usia kronologis, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, panjang tungkai sebagai variabel penentunya. Dari hasil uji yang telah di lakukan dapat disimpulkan rata-rata usia matur/usia biologis anak laki-laki yang mengikuti latihan renang di klub Surabaya yaitu 14,5 tahun dimana usia minimal untuk menjadi matur adalah 13,2 tahun dan usia maksimalnya adalah 15,3 tahun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Azwar (2003:176) bahwa usia awal pubertas pada anak laki-laki berkisar antara 9-14 tahun dan diperjelas dengan pernyataan Hebestreit (2008:3) bahwa Usia 10-14 juga merupakan proses percepatan pertumbuhan anak laki-laki yang dimulai pada sekitar usia 10-11 tahun, puncaknya terjadi pada usia 14 tahun dan berhenti ketika anak berusia sekitar 18 tahun.

Bagian tubuh kita dibagi menjadi 2, yaitu upper segment dan lower segment. Dimana upper segment merupakan perwakilan dari tinggi duduk sedangkan lower segment merupakan perwakilan dari panjang tungkai (Grimberg, 2007:7). Tinggi duduk dan panjang tungkai merupakan faktor yang mempengaruhi kedewasaan seseorang, menurut teori dikatakan bahwa perubahan dewasa ditandai dengan pertumbuhan tubuh bagian atas (upper body) yang bersifat final, namun masih

diikuti dengan pertumbuhan tinggi badan dan berat badan. Fase ini merupakan fase perubahan orientasi pertumbuhan dari bagian atas ke bagian bawah tubuh. Tubuh bagian bawah mulai menunjukkan pertumbuhan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat dengan mengukur rasio tinggi badan berdiri dan tinggi badan duduk. Pada fase ini juga diikuti dengan mulai muncul tanda maturasi yang terlihat dari tanda seks sekunder (Lloyd, 2014:1457). Berdasarkan hasil uji di atas tinggi badan berdiri, tinggi badan duduk, panjang tungkai mempunyai korelasi yang kuat terhadap kedewasaan (matur) seseorang karena mempunyai korelasi mendekati 1 dan mempunyai hasil signifikansi $<0,05$.

Berdasarkan hasil Body Mass Index atlet yang telah didapatkan dari hasil perhitungan tinggi badan dengan berat badan dapat disimpulkan atlet tidak ada yang mengalami obesitas. Penelitian yang dilakukan pada orang dewasa di Srilanka menunjukkan bahwa BMI berkorelasi kuat dengan persentase lemak tubuh. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi BMI subjek, persentase lemak tubuh pun semakin meningkat (Ranasinghe, 2013:1478). Presentase lemak dalam tubuh berkaitan erat dengan produksi hormone pertumbuhan atau yang dikenal Growth Hormon (GH). Selain itu GH juga cenderung untuk menurunkan katabolisme protein dengan mobilisasi lemak sebagai sumber energi. Pengaruh penghematan terhadap protein ini adalah mekanisme yang paling penting sehingga GH dapat meningkatkan pertumbuhan (Dini, 2003:100).

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan prosentase sumbangan usia kronologis, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, dan panjang tungkai terhadap maturasi sebesar 98,6%. Hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa Fhitung lebih besar dari Ftabel yang artinya usia kronologis, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, dan panjang tungkai secara bersama-sama berpengaruh terhadap maturasi

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data, pengujian hasil penelitian dan pembahasan dalam penelitian ini, usia, tinggi badan, tinggi duduk, berat badan, panjang tungkai mempunyai pengaruh terhadap maturasi fisik atau usia biologis anak, maka dapat disimpulkan bahwa metode mirwald gender specific regression algorithm dapat digunakan sebagai metode untuk menentukan maturasi

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan di atas, maka saran yang dapat peneliti sampaikan adalah :

1. Bagi Pelatih

Pelatih dapat menggunakan metode ini sebagai bahan evaluasi dalam mengembangkan

program latihan sesuai dengan usia biologis dan periode sensitif latihan.

2. Bagi Peneliti

Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menggunakan lebih banyak sampel dalam penelitian serupa agar data yang dihasilkan nantinya akan lebih valid dan dapat digunakan untuk membuat standar baru dalam menentukan kedewasaan atlet melihat dari usia biologis. Serta dapat digunakan sebagai standar untuk membuat program latihan bagi pelatih nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori, Faisal. 2017. Perbedaan Performa Atlet Atletik Jawa Timur Berdasarkan Identifikasi Maturasi Fisik Dengan Menggunakan Metode Rasio Upper Vs Lower Body Dan Metode Pemeriksaan Gigi Molar. Tesis di terbitkan. Surabaya: Universitas Airlangga
- Azwar, syamsul. 2003. Keterlambatan Pubertas. Sari pediatri. Vol 4. Maret 2003:176-179. Ilmu Kesehatan Anak FK USU/RS HAM
- Batubara, Jose RL. 2010. Adolescent Development. Sari Pediatri, Vol 12, FK USU: Sari Pediatri
- Bogin, B dan Varela-Silva. 2010. Leg Length, Body Proportion, and Health: A Review with a Note on Beauty. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol 7. Halaman 1047-1075
- Cameron, noel. 2002. Human Growth and Development. USA: Academic Press
- Dhamayanti, M 2010, Overview adolescence health problems and services, (Online), (<http://idai.or.id/public-articles/seputar-kesehatan-anak/overview-adolescent-health-problems-and-services.html>, di akses 26 Februari 2019)
- Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Timur, 2015. Pedoman Prosedur Validasi Peserta O2SN.
- Dini, lailani H. 2003. Pertumbuhan Fisik Anak Obesitas. Sari Pediatri, Vol. 5, No. 3, Desember 2003: 99 – 102.
- Eston, Roger dan Thomas Reilly. 2009. Kinanthropometry And Exercise Physiology Laboratory Manual. 3rd edn. vol 1. New York: Routledge. Halaman 200
- Grimberg, A dan Lifshitz F 2007. "Worrisome Growth", in Pediatric Endocrinology, 5th edn, vol. 2, eds. F Lifshitz, Informa Healthcare, New york, pp. 1-39
- Hebestreit, Helge dan Oded Bar-Or. 2008. The Young Athlete. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd. Halaman 437

- Kappy, Michael S, David BA, Mitchell EG. 2010. Pediatric Practice Endocrinology. McGraw Hill Education, New York
- Kuswandari, S. 2014. The maturation and eruption of permanent teeth in mixed dentition children. Dental Journal Vol. 47. Number 2
- Lloyd Rhodri S., Oliver Jon L., Faigenbaum avery D, Myer Gregory D., and Croix Mark B. A. De Ste. 2014. Chronological Age vs. Biological Maturation: Implication for Exercise Programming in Youth. Journal of Strength and Conditioning Research, page 1454-1464
- Mc ardle WD, Katch FI. 2010. Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance 7. Philadelphia: Lippincorr Williams and Wilkins
- Molinari L.,Gasser T., dan Largo R. A, 2013. Comparasion of Skeletal Maturity and Growth. Desertasi. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Pinhas-Hamiel et al. 2014. "Normal Growth and Growth Disorder", in Pediatric Practice: endocrinology, 2nd edn, eds. MS Kappy,DB Allen & ME Geffner, McGraw Hill Education, New York
- Pulungan, Aman B, et al. 2018. Indonesian National Synthetic Growth Charts. Acta Scientific Paediatrics
- Purnomo, Aldy Rochmat. 2016. Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis dengan SPSS. Wade Group: Ponorogo
- Ranasinghe C, Prananna G, Prasad K, Nalinda A, Sithira T, Praveen T. 2013. Relationship between Body Mass Index (BMI) and body fat percentage, estimated by bioelectrical impedance, in a group of Sri Lankan adults: a cross sectional study. BMC : public health.13(797): 1471–2458.
- Siregar, Syofian. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Sukohar A, Busman H, Kurniawaty E, Pangestu Catur MMS.2017. Effect of Consumption Kemunings Leaf (Murraya Paniculata (L.) Jack) Infuse To Reduce Body Mass Index, Waist Circumference and Pelvis Circumference on Obese Patients. Int J Res Ayurveda Pharm. 8(2):75–8.
- Supariasa. 2012. Indeks massa tubuh. Dalam: Penilaian status gizi. Jakarta: EGC
- Tim Penyusun Buku Pedoman. 2014. Pedoman Penulisan Skripsi. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Way, Richard. . 2016. Canadian Sport for Life – Long-Term Athlete Development Resource Paper 2.1. Canada: Sport for Life Society. Halaman 17-31
- WHO. 2011. Global Database on Body Mass Index. (Online), (<http://apps.who.int/bmi/index.jsp>, diakses tanggal 2 Februari 2019).
- Widiastuti. 2015. Tes dan Pengukuran Olahraga. Jakarta: Rajawali Pers.