

# Pendekatan *Design of Experiment* (DOE) untuk Menyelidiki Dampak Jenis Kelamin, IMT, dan Usia Terhadap *Sit-Up*

Cindy Malinda Uscha<sup>1\*</sup>, Ratih Windu Arini<sup>2</sup>, dan I Anna Tul Munikhah<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Logistik Niaga-EI, Politeknik Multimedia Nusantara, Jl. Jenderal Gatot Subroto No. Kav.1, Kabupaten Tangerang, Banten 15810, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Logistik, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Jl. DI Panjaitan No.128, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53147, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Jl. DI Panjaitan No.128, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53147, Indonesia

Email: cindy.uscha@mnp.ac.id<sup>1</sup>, ratih@ittelkom-pwt.ac.id<sup>2</sup>, anna@ittelkom-pwt.ac.id<sup>3</sup>

Received: July 20, 2023 / Revised: Oct 31, 2023 / Accepted: Nov 9, 2023

## Abstrak

Kesehatan merupakan hal yang esensial dalam kehidupan. Olahraga memainkan peran penting dalam mencegah penyakit kesehatan dan stroke. Manfaat kesehatan dari melakukan olahraga teratur, seperti *sit-up*, telah terbukti dalam banyak hasil kebugaran fisik. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh beberapa faktor seperti Umur, Jenis Kelamin, dan Berat Badan terhadap tingkat kebugaran jasmani seseorang yang diukur dengan jumlah sit up. Pendekatan *Design of Experiment* (DoE) dengan implementasi metode  $2^k$  factorial design digunakan untuk menyelidiki penyebab perubahan respon dengan memvariasikan variabel variabel yang mempengaruhi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh faktor (Umur, Jenis Kelamin, dan Berat Badan) dan interaksi (Usia-Jenis, Umur-Berat, dan Jenis Kelamin-Berat) terhadap kemampuan jumlah sit up. Sementara itu, faktor Usia dianggap paling erat kaitannya dengan hasil tes. Secara umum, responden muda dapat melakukan beberapa *sit-up* lebih baik dibandingkan responden lainnya.

**Kata kunci:** berat badan, *design of experiment*, jenis kelamin, umur,  $2^k$  factorial design.

## Abstract

Health is an essential thing in life. Exercise plays a vital role in preventing health diseases and strokes. The health benefits of doing regular exercise, such as *sit-ups*, have been shown in many results in physical fitness. This study aims to examine the effect of several factors such as Age, Gender, and Weight on the level of physical fitness of a person measured by the number of *sit-ups*. The Design of Experiment (DoE) approach with the implementation of the  $2^k$  factorial design method is used to investigate the causes of response changes by varying the influencing variable variables. The results showed that there was an influence of factors (Age, Gender, and Weight) and interactions (Age-Gender, Age-Weight, and Gender-Weight) on the ability of the number of *sit-ups*. Meanwhile, the Age factor is considered most closely related to the test results. In general, young respondents can perform several *sit-ups* better than other respondents.

**Keywords:** age, *design of experiment*, gender, weight,  $2^k$  factorial design.

## 1. Pendahuluan

Tubuh yang sehat adalah dambaan setiap orang, terutama di usia produktif. Orang dengan kondisi prima dapat melakukan aktivitas sehari-hari tanpa merasakan kelelahan yang berlebihan (Mukholid, 2013), dan masih memiliki cadangan energi untuk bersantai dan aktivitas mendadak. Kebugaran jasmani dapat dicapai melalui perencanaan yang sistematis dengan memahami penerapan pola hidup sehat yang meliputi makan, istirahat dan olahraga. Namun kebugaran jasmani juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor

genetik dan masalah kesehatan (Sindiyani, 2018). Lebih lanjut lagi, Ismaryati (2018) menyebutkan bahwa kebugaran jasmani berdasarkan fungsi khusus dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu golongan berdasarkan pekerjaan, golongan berdasarkan keadaan, dan golongan berdasarkan umur.

Memahami kebugaran jasmani sangat penting karena komponen-komponen kebugaran jasmani menentukan apakah kebugaran jasmani seseorang itu baik atau buruk, atau tingkat kebugaran jasmani. Menurut Sudiana (2014), kebugaran jasmani mencakup

---

<sup>1\*</sup> Penulis korespondensi

dua aspek, yaitu kebugaran yang berhubungan dengan kesehatan, dan kebugaran jasmani yang berhubungan dengan performa. Pengukuran kebugaran jasmani juga berbeda menurut komponen yang akan diukur dan teknik pengukurannya. Keberagaman ini didasarkan pada pemikiran logis tentang struktur kebugaran jasmani dan pertimbangan praktis dalam pelaksanaannya (Sulistiono, 2014).

Salah satu aktivitas kebugaran fisik yang dapat dilakukan adalah *sit-up*. Gerakan *sit-up* dilakukan dengan gerakan duduk dilakukan dengan posisi setengah berbaring, kaki ditekuk, kaki ditekuk dan punggung direntangkan membentuk sudut  $90^\circ$ , tangan di belakang kepala kemudian setengah badan diangkat hingga siku saling bersentuhan. Namun pada kenyataannya, *crunch* dapat dilakukan dengan beberapa modifikasi sudut seperti sudut  $45^\circ$  dan  $120^\circ$ . *Crunch* yang teratur tidak hanya sekedar mengurangi ketebalan (Todingan, Raja T. et.al., 2016).

Pada aktivitas *sit-up* terdapat berbagai faktor yang dapat menjadi pertimbangan dalam pengukuran tingkat kebugaran jasmani. Pendekatan *design of experiment* (DoE) mampu menemukan faktor-faktor yang secara signifikan berpengaruh terhadap suatu aktivitas, korelasi antar faktor, serta mengidentifikasi seberapa besar pengaruhnya untuk masing-masing faktor (Reis et al., 2016). Penelitian sebelumnya mengenai *sit-up* yang dilakukan adalah dengan melihat dampak dari aktivitas *sit-up* terhadap kebugaran fisik dan bukan faktor yang mempengaruhi aktivitas *sit-up* itu sendiri, seperti (Todingan et al., 2016) yang meneliti mengenai hubungan besar sudut *sit-up* dengan perubahan lingkaran perut pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi di mana dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara sudut *sit-up* dengan perubahan lingkaran perut. Selain itu (Dondokambey et al., 2020) juga melakukan penelitian mengenai pengaruh latihan *sit-up* terhadap massa otot di mana telah dibuktikan bahwa latihan *sit-up* dapat berpengaruh terhadap massa otot. Data yang dikumpulkan dari eksperimen yang dirancang dapat dianalisis secara statistik untuk menentukan pengaruh variabel independen atau kombinasi lebih dari satu variabel independen.

Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan pendekatan *design of experiment* untuk meneliti pengaruh faktor-faktor serta keterkaitan antar faktor yang mempengaruhi kemampuan *sit-up* terhadap tingkat kebugaran jasmani seseorang. Penelitian melibatkan sejumlah responden dengan tingkatan usia, berat badan dan jenis kelamin yang berbeda. Pengukuran tingkat kebugaran jasmani kemudian dilakukan melalui sebuah tes sederhana, yaitu aktivitas *sit-up* dengan memanfaatkan *stopwatch*.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design of Experiment* (DoE) untuk menginvestigasi penyebab perubahan respons dengan cara mengubah-ubah variabel faktor yang mempengaruhi. Diagram alir metodologi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Untuk mengetahui tingkat kebugaran jasmani seseorang, observasi dilakukan dengan menghitung banyaknya jumlah *sit-up* dalam 30 detik. Dalam hal ini, faktor yang diduga berpengaruh terhadap variabel *response*, antara lain usia, gender dan berat badan. Lebih spesifik lagi, penelitian ini mengimplementasikan metode  $2^k$  factorial design, di mana setiap faktor akan diuji pada dua level, yaitu level *high* dan *low* sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Faktor dan Level

No	Factor	Low Level	High Level
1	Age	Old	Young
2	Gender	Male	Female
3	Weight	Fat	Thin

Rancangan eksperimen ini memiliki  $2^3$  atau 8 kombinasi perlakuan yang perlu diobservasi lebih lanjut. Dengan demikian, diperlukan sebanyak 8 orang responden penelitian untuk melakukan aktivitas *sit-up*. Prinsip-prinsip rancangan eksperimen seperti replikasi, randomisasi dan *blocking* juga tetap harus dipenuhi untuk memperoleh *error* yang kecil dan hasil yang lebih valid. Replikasi dilakukan sebanyak 2 kali untuk untuk setiap kombinasi faktor dan level, sehingga terdapat sebanyak 16 kali observasi yang dilakukan secara acak sebagaimana pada Tabel 2. Terakhir, penelitian ini tidak melakukan *blocking* terhadap *nuisance factor*.

Hipotesis pada penelitian ini adalah untuk membuktikan pengaruh faktor usia (*age*), jenis kelamin (*gender*) dan berat badan (*weight*) terhadap jumlah *sit-up* dengan hipotesis berupa :

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan signifikan antar masing-masing faktor

$H_1$  : Terdapat perbedaan signifikan antar masing-masing faktor

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tingkat kebugaran jasmani seorang responden dapat dilihat melalui jumlah *sit-up* yang dapat dilakukan. Tabel 3 merupakan hasil pengujian *Design of Experiment* (DOE) terhadap kemampuan *sit-up* oleh beberapa responden. Secara deskriptif, hasil pengujian tersebut dapat digambarkan pula dengan prinsip *2-factorial design* yang melibatkan faktor berat, usia dan gender terhadap aktivitas *sit-up* seperti pada Gambar 2 dan 2 level pengukuran pada masing-masing faktor yaitu tua dan muda untuk faktor usia, pria dan wanita untuk faktor jenis kelamin dan gemuk dan kurus untuk faktor berat badan.

Penelitian ini membahas lebih lanjut mengenai pengaruh setiap faktor (*main factor*) dan interaksi (*interaction factor*) terhadap hasil 1 pengukuran kemampuan jumlah *sit-up* dari masing-masing responden. Gambar 3 dan 4 memberikan *overview* mengenai pengaruh faktor dan interaksi terhadap *response variable* secara non-statistik. Pada Gambar 3, terlihat

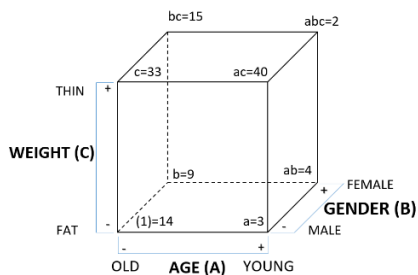
bahwa responden berjenis kelamin pria, berusia muda, dan berpostur kurus cenderung dapat melakukan jumlah *sit-up* yang lebih baik dibandingkan responden lainnya.

Tabel 2. Replikasi dan Randomisasi Kombinasi Perlakuan

No	Factors			No	
	Age	Gender	Weight	First Replication	Second Replication
1	Old	1	Old	1	6
2	Old	2	Old	5	14
3	Old	3	Old	11	12
4	Old	4	Old	10	15
5	Young	5	Young	2	4
6	Young	6	Young	3	13
7	Young	7	Young	7	16
8	Young	8	Young	8	9

Tabel 3. Desain Percobaan untuk Pengukuran Kemampuan *Sit-up*

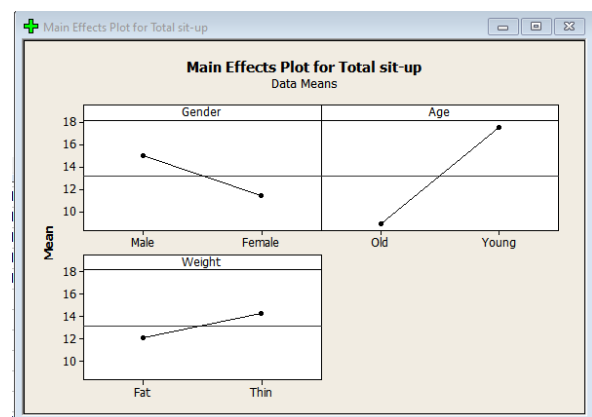
Run	Coded Factors			Number of Sit ups		Total	Factor Levels			
	A	B	C	Replicate 1	Replicate 2			Low (-1)	High (+1)	
1	-1	-1	-1	6	8	(1)	14	A (Age)	tua	muda
2	1	-1	-1	16	17	a	33	B (Gender)	pria	wanita
3	-1	1	-1	5	4	b	9	C (Weight)	gemuk	kurus
4	1	1	-1	20	21	ab	41			
5	-1	-1	1	18	15	c	33			
6	1	-1	1	19	21	ac	40			
7	-1	1	1	6	9	bc	15			
8	1	1	1	11	15	abc	26			



Gambar 2. Desain  $2^3$  untuk pengukuran kemampuan *sit-up*

Penelitian ini membahas lebih lanjut mengenai pengaruh setiap faktor (*main factor*) dan interaksi (*interaction factor*) terhadap hasil pengukuran kemampuan jumlah *sit-up* dari masing-masing responden. Gambar 3 dan 4 memberikan *overview* mengenai pengaruh faktor dan interaksi terhadap *response variable* secara non-statistik. Pada Gambar 3 untuk faktor *gender* dapat dilihat memiliki pengaruh yang negatif terhadap jumlah *sit-up* di mana level rendah yaitu pria dapat melakukan jumlah *sit-up* yang lebih banyak dibandingkan wanita. Pada faktor usia menunjukkan hasil signifikansi positif di mana level *high* yaitu usia muda dapat lebih banyak melakukan *sit-up*, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah *sit-up* dan usia muda berpengaruh linear. Faktor berat badan juga

menunjukkan pengaruh positif di mana level *high* memiliki pengaruh lebih kuat terhadap jumlah *sit-up* yang juga juga bersifat linear. Sehingga dapat disimpulkan bahwa responden berjenis kelamin pria, berusia muda, dan berpostur kurus cenderung dapat melakukan jumlah *sit-up* yang lebih baik dibandingkan responden lainnya.

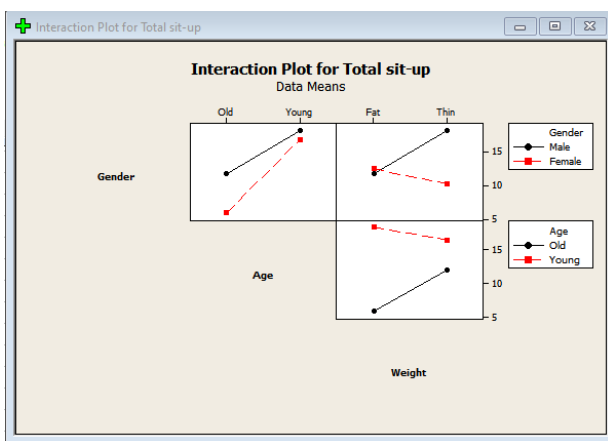


Gambar 3. Main effects plot for total sit-up

Interaksi antar 2 faktor (*2-way interaction*) yang meliputi *Gender\*Age*, *Gender\*Weight*, dan *Age\*Weight* juga dapat dilihat pada Gambar 4. Pada interaksi

*Gender\*Age*, terdapat hubungan antar keduanya terhadap jumlah total *sit-up*. Bila ditinjau berdasarkan *Age*, responden pria dan wanita cenderung dapat memberi hasil *sit-up* yang banyak bila usianya muda.

Begitu pula bila didasarkan pada *Gender*, responden pria selalu memberikan nilai *sit-up* yang lebih baik dari responden wanita. Pada interaksi *Gender\*Weight*, responden pria bertubuh kurus mampu *sit-up* lebih baik daripada responden wanita. Namun hal ini justru berbeda dengan responden pria yang bertubuh gemuk. Hasil menunjukkan bahwa hasil *sit up* nya lebih sedikit daripada responden wanita bertubuh gemuk. Interaksi juga terjadi pada *Age\*Weight*. Responden usia muda yang bertubuh kurus maupun gemuk selalu memiliki kemampuan *sit-up* yang lebih baik daripada responden yang berusia tua.



Gambar 4. Interaction plot for total sit-up

Setelah diperoleh informasi singkat tentang pengaruh faktor dan interaksi terhadap respons melalui grafik, perlu dilakukan uji statistik untuk memperkuat hipotesa. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan pengujian ANOVA seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Minitab Output for Total Sit-up Experiment

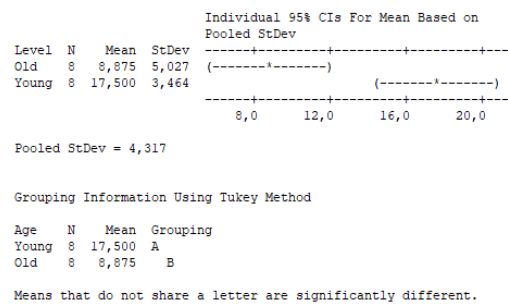
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	368,188	368,188	122,729	43,64	0,000
Gender	1	52,562	52,563	52,563	18,69	0,003
Age	1	297,563	297,563	297,563	105,80	0,000
Weight	1	18,063	18,063	18,063	6,42	0,035
2-Way Interactions	3	162,687	162,687	54,229	19,28	0,001
Gender*Age	1	18,063	18,062	18,062	6,42	0,035
Gender*Weight	1	76,562	76,562	76,562	27,22	0,001
Age*Weight	1	68,062	68,062	68,062	24,20	0,001
3-Way Interactions	1	5,062	5,062	5,062	1,80	0,217
Gender*Age*Weight	1	5,062	5,062	5,062	1,80	0,217
Residual Error	8	22,500	22,500	2,812		
Pure Error	8	22,500	22,500	2,813		
Total	15	558,438				

Pada Gambar 5. menunjukkan adanya perbedaan nilai rata-rata yang cukup signifikan secara statistik untuk *main effect* dan *2-way interaction*, namun tidak untuk *3-way interaction*. Secara detail, beberapa *factor treatment* seperti *Gender*, *Age*, *Gender\*Weight*, dan *Age\*Weight* memiliki nilai yang paling berbeda dibandingkan dengan lainnya. Berdasarkan hasil perhitungan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa hipotesis  $H_0$  ditolak karena nilai P yang jauh dibawah

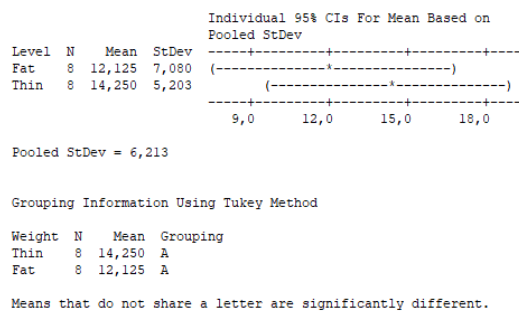
$\alpha=0.05$ , sehingga terdapat perbedaan signifikan antar masing-masing faktor.

Sehingga selanjutnya dapat diketahui faktor mana yang lebih efektif untuk ditingkatkan untuk mendapatkan kebugaran jasmani yang lebih baik yang diukur berdasarkan jumlah *sit-up*.

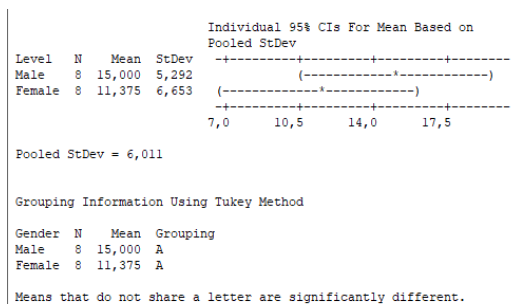
Gambar 6, 7, 8, 9, 10, 11 menunjukkan hasil perhitungan Tukey untuk pengujian *multi-comparison* pada faktor dan interaksi. Gambar 6 menyatakan bahwa nilai level pada faktor *Age* memang berbeda. Usia (*Age*) responden yang lebih muda (*young*) menunjukkan jumlah total *sit-up* lebih banyak. Sementara itu, faktor berat badan (*Weight*) dan jenis kelamin (*Gender*) tidak memiliki perbedaan nilai pada tiap levelnya yang ditunjukkan oleh Gambar 7 dan 8.



Gambar 6. Multiple comparison with Tukey Method (Age)



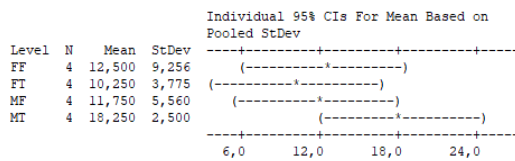
Gambar 7. Multiple comparison with Tukey method (Weight)



Gambar 8. Multiple comparison with Tukey method (Gender)

Ditinjau dari interaksi antar 2 faktor, kombinasi antar level pada faktor jenis kelamin dan berat badan (*Gender\*Weight*) cenderung tidak berbeda satu sama lain Gyang ditunjukkan pada Gambar 9. Hal itu berbeda dengan interaksi faktor jenis kelamin–usia (*Gender\*Age*) dan usia-berat badan (*Age\*Weight*) yang memiliki satu kombinasi level paling berbeda diantara lainnya.

Responden dengan jenis kelamin wanita dan berusia lanjut (*female-old*) hanya mampu melakukan *sit-up* dalam jumlah paling sedikit seperti pada Gambar 10.



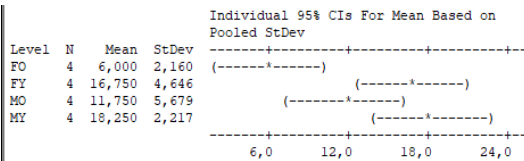
Pooled StDev = 5,854

Grouping Information Using Tukey Method

Gender*Weight	N	Mean	Grouping
MT	4	18,250	A
FF	4	12,500	A
MF	4	11,750	A
FT	4	10,250	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 9. Multiple comparison with Tukey method (Gender\*Weight)



Pooled StDev = 3,982

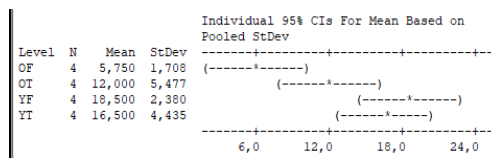
Grouping Information Using Tukey Method

Gender*Age	N	Mean	Grouping
MY	4	18,250	A
FY	4	16,750	A
MO	4	11,750	A B
FO	4	6,000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 10. Multiple comparison with Tukey method (Gender\*Age)

Begitu pula pada Gambar 11 yang menggambarkan bahwa responden yang berusia lanjut dan berat badan berkategori gemuk tidak sanggup melakukan *sit-up* sebanyak responden lainnya.



Pooled StDev = 3,816

Grouping Information Using Tukey Method

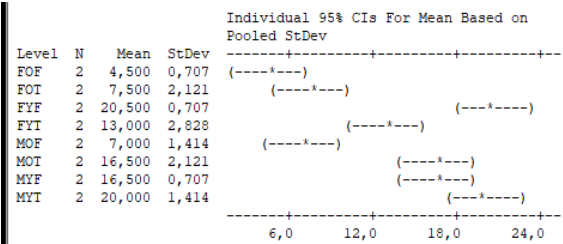
Age*Weight	N	Mean	Grouping
YF	4	18,500	A
YT	4	16,500	A
OT	4	12,000	A B
OF	4	5,750	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 11. Multiple comparison with Tukey method (Age\*Weight)

Pada studi interaksi antar 3 faktor, hasil nilai ANOVA (Tabel 2) tidak menunjukkan nilai yang signifikan. Hal ini berarti bahwa tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata antara interaksi 3 faktor (*3-way interaction*) dengan faktor lainnya. Bila dilakukan perhitungan Tukey, pernyataan tersebut sangat sesuai yaitu sejumlah kombinasi level di antara ketiga faktor memiliki nilai yang hampir sama seperti pada Gambar

12. Hanya terdapat perbedaan yang cukup jelas antara responden wanita gemuk berusia muda (*female-young-fat*) dengan wanita gemuk berusia tua (*female-old-fat*).



Pooled StDev = 1,677

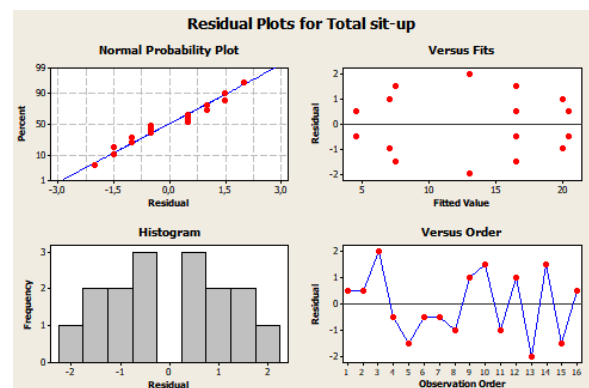
Grouping Information Using Tukey Method

Gender*Age*Weight	N	Mean	Grouping
FYF	2	20,500	A
MYT	2	20,000	A
MYF	2	16,500	A B
MOT	2	16,500	A B
FYT	2	13,000	B C
FOT	2	7,500	C D
MOF	2	7,000	C D
FOF	2	4,500	D

Means that do not share a letter are significantly different.

Gambar 11. Multiple comparison with Tukey method (Gender\*Age\*Weight)

Analisis uji ANOVA yang telah dijabarkan di atas harus ditunjang dengan pengujian residual yang memenuhi persyaratan, sehingga hasil yang diperoleh dapat dikatakan cukup layak (*representative*). Gambar 13 berikut ini adalah *Residual Plot* yang terdiri atas 4 bagian, diantaranya *Normal Probability Plot*, *Versus Fits*, *Histogram*, dan *Versus Order*.



Gambar 13. Residual plot

Pada grafik *Normal Probability*, residual hasil pengujian ANOVA menunjukkan normalitas yang baik. Hal ini sebagai indikator bahwa sampel terdistribusi normal dan sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan seperti yang ditunjukkan pada grafik bahwa seluruh titik telah mendekati garis normal (MARDIATMOKO, 2020).

Pada grafik *Versus Fits*, ditunjukkan bahwa pengukuran sampel pada setiap level tertentu memiliki *variance* yang berbeda. Hal ini selaras dengan pengujian ANOVA untuk mengukur keberagaman *variance* antar tiap faktor maupun interaksi faktor. Grafik *Histogram* juga menunjukkan bentuk kurva *bell-shaped* yang sempurna dengan ketiadaan nilai nol untuk *error*. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian yang dilakukan adalah



wajar karena menghasilkan *error*. Justru, bila nilai error tidak sama dengan nol maka perlu dikritisi. Terakhir, grafik *Versus Order* memberi gambaran bahwa pengambilan sampel dilakukan secara *randomized complete design*. Dengan demikian, nilai-nilai uji residual memberi keyakinan bahwa pengujian ANOVA pada penelitian ini adalah cukup valid.

#### 4. Kesimpulan

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa hipotesis  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat hubungan signifikan antara faktor (*Gender*, *Age*, dan *Weight*) dan interaksi (*Gender-Age*, *Gender-Weight*, dan *Age-Weight*) terhadap tingkat kebugaran jasmani seseorang yang dikur dengan jumlah *sit-up*. Diantara keseluruhan faktor dan interaksi tersebut, nilai P terkecil ditunjukkan oleh faktor *Age*. Hal ini berarti bahwa faktor usia (*Age*) merupakan faktor terpenting dalam kaitannya dengan hasil perolehan *sit-up*.

Selanjutnya, pengujian Tukey dilakukan untuk membandingkan level terbaik yang betul-betul berpengaruh terhadap *response variable*. Secara umum, responden berusia muda (*Young*) mampu melakukan jumlah *sit-up* lebih baik dibandingkan responden lainnya. Sementara itu, faktor berat badan (*Weight*) dan jenis kelamin (*Gender*) cenderung memberikan hasil rata-rata *sit-up* yang sama (serumpun) pada tiap levelnya.

Penelitian ini membuktikan hipotesis pengaruh faktor usia, jenis kelamin dan berat badan terhadap kebugaran jasmani yang ditinjau melalui jumlah *sit-up* sehingga masih memiliki beberapa keterbatasan. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan faktor, level pada faktor dan jumlah replikasi sehingga pengujian hipotesis dapat lebih beragam dan dapat diketahui upaya apa saja yang dapat dilakukan dan ditingkatkan untuk dapat meningkatkan kebugaran jasmani melalui jumlah *sit-up*.

#### Daftar Pustaka

- Akra, Ukeme Paulinus and Edet, Effiong Bassey (2017), "Confounding  $2^k$  factorial design to obtain optimal yield using different organic manure" *Journal of Scientific and Engineering Research*, Vol.4 (11);75-85.
- Brereton, Richard G. (2018). "Introduction to Analysis of Variance", *Journal of Chemometrics*, Vol 33, Issue 1.
- Donald, R. C., & Pamela, S. S. (2014), *Business research methods 12th edition*. McGraw-Hill Irwin, New York.
- Dondokambey, G. G., Lintong, F., & Moningka, M. (2020). Pengaruh Latihan Sit-Up terhadap Massa Otot. *EBiomedik*, 8(2), 196–201.
- Firka, D. (2011). "Statistical, Technical and Sociological Dimensions of Design of Experiments", *The TQM Journal*, Vol. 23 No. 4, 2011, pp. 435-445.
- Ghozali, Imam. (2009), "Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS", UNDIP, Semarang
- Hribernik, Aleš, Lobnik, Aleksandra, Bauman, Maja. (2009), "Application of  $2^k$  Factorial Design in Wastewater Decolorization Research", XIX IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology, Sept 6-11, 2009
- Ismaryati, (2018), Tes dan Pengukuran Olahraga, Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS, Surakarta.
- Kalam, M. A., Khan, A. A., Khan, S., Almalik, A., dan Alshamsan, A. (2016). 'Optimizing Indomethacin-loaded Chitosan Nanoparticle Size, Encapsulation, and Release Using Box–Behnken Experimental Design', *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 87, pp. 329-340.
- Mardiatmoko, G.-. (2020). Pentingnya Uji Asumsi Klasik Pada Analisis Regresi Linier Berganda. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(3), 333–342. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss3pp333-342>
- Moçoteguy, P., Ludwig, B., dan Steiner, N. Y. (2016). 'Application of Current Steps and Design of Experiments Methodology to The Detection of Water Management Faults in A Proton Exchange Membrane Fuel Cell Stack', *Journal of Power Sources*, Vol. 303, pp. 126-136.
- Montgomery, D.C. (2013), *Design and Analysis of Experiment*, 8th ed, John Wiley & Sons, Inc, New York, Chaps. 6, 8.
- Montgomery, D. C. (2017), *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Mukholid, Agus, (2013), *Pendidikan Jasmani Untuk SMA Kelas XII*, Yudhistira, Surakarta.
- Muttaqin, Benazir Imam Arif (2019). 'Telaah Kajian dan Literature Review Design of Experiment', *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, Vol. 1, No. 1.
- Reis, G. S., Wilhelm, M., Silva, T. C. A., Rezwan, K., Sampaio, H., Lima, E. C., Selene, M. A., dan Souza, G. U. (2016). 'The Use of Design of Experiments for The Evaluation of The Production of Surface Rich Activated Carbon From Sewage Sludge via Microwave and Conventional Pyrolysis', *Applied Thermal Engineering*, Vol. 93, pp. 590-597
- Ranga, A., Jaimini, M., Sharma, S. K., Chauhan, B. S., dan Kumar, A. (2014). 'A Review on Design OF Experiments (DOE)', *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, Vol. 3 (1) Jan-Mar 2014.
- Sarfo, Jacob, Owusu, et.al (2020), "Gender Differences in Mathematics Anxiety Across Cultures: A Univariate Analysis of Among Samples from Twelve Countries", *European Journal of Contemporary Education*, 9(4)
- Sindiyan, Lasmi (2018), "Asas-Asas Pendidikan Jasmani", Universitas Halu Oleo, Kendari.
- Sudiana, I Ketut, (2014), "Peran Kebugaran Jasmani Bagi Tubuh", Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA IV
- Sulistiono, A., A. (2014) "Prediksi Aktivitas Fisik Sehari-Hari, Umur, Tinggi, Berat Badan dan Jenis Kelamin Terhadap Kebugaran Jasmani Siswa SMP di Banjarmasin," *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, Vol. 20, No. 3, 380-389
- Tang, J., Gong, H. S., Wu, F., dan Herman C. (2016). 'Performance Evaluation of A Novel Method of Frost Prevention and Retardation for Air Source Heat Pumps using The Orthogonal Experiment

Design Method', *Applied Energy*, Vol. 169, pp. 696-708.

Todingan, R. T., Moningka, M., & Danes, V. (2016). Hubungan besar sudut sit up dengan perubahan lingkaran perut pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal E-Biomedik*, 4(1). <https://doi.org/10.35790/ebm.4.1.2016.11286>