

Implementasi Model Regresi untuk Estimasi Berat Lahir Bayi Berdasarkan Pengukuran Ultrasonografi (USG)

Studi Kasus: RSKIA Sadewa Sleman, Yogyakarta

Ledy Elsera Astrianty¹, Izzati Muhimmah², Yasmini Fitriyati³, Rohmatul Fajriyah⁴

Magister Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia¹
Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia²

Departemen Obstetri dan Ginekologi Universitas Islam Indonesia³
Jurusan Statistika Universitas Islam Indonesia⁴

16917213@students.uui.ac.id¹, izzati@uui.ac.id²
yasmini_fi@yahoo.com³, 966110101@uui.ac.id⁴

Abstract. Ketepatan estimasi Berat Badan Lahir (BBL) penting pada kehamilan, karena ukuran janin (terlalu kecil atau terlalu besar) adalah salah satu faktor penghambat persalinan (komplikasi obstetri). Biometri janin dengan USG diasumsikan lebih akurat dalam estimasi BBL, karena mencakup berbagai dimensi linear maupun planar dari fetus. Penerapan model estimasi BBL berbeda pada tiap populasi, karena sebuah model yang ada tidak bisa (tidak valid) diterapkan ke semua populasi. Sehingga perlu diperbaharui dan dikembangkan untuk mendapatkan validitas model estimasi BBL yang sesuai dengan populasi tertentu. Sebagian penelitian di dunia terkait estimasi BBL yang telah dilakukan menggunakan parameter USG yaitu Biparietal Diameter (BPD), Head Circumferencial (HC), Femur Length (FL), dan Abdominal Circumferencial (AC). Implementasi model regresi dipilih untuk mendapatkan suatu bentuk hubungan antara variabel yang diestimasi dengan variabel yang mempengaruhi estimasi.

Keywords: *Estimasi, BBL, Biometri Janin, Regresi*

1 Pendahuluan

Ketepatan estimasi BBL merupakan hal penting pada masa kehamilan dan awal persalinan¹. Hal tersebut disebabkan oleh ukuran janin yang terlalu kecil dan besar (berat tidak normal) adalah salah satu penyebab penghambat dari persalinan sebagai komplikasi obstetri. Sehingga, jika tidak segera ditangani akan meningkatkan angka kematian ibu dan neonatal, serta morbiditas^{1,2}.

Biometri fetus dari USG diasumsikan sebagai metode yang lebih akurat dalam estimasi BBL karena mencakup berbagai dimensi linear maupun planar dari fetus³. Hasil penelitian⁴, menunjukkan bahwa jika teknologi dan kemampuan USG tersedia, fokusnya harus pada penyediaan pelatihan *ultrasound* untuk estimasi berat janin. Hal tersebut dipaparkan peneliti⁴ bahwa sebagian besar penelitian terbaru (Bernstein et.al; Bhandary et.al; Colman et.al; Peregrine et.al; Nahar et.al; Kayem et.al; Souka et.al; Horton et.al) sepakat bahwa *ultrasound* adalah metode yang paling akurat.

Biometri yang digunakan dari beberapa penelitian mengenai estimasi BBL adalah *Biparietal Diameter* (BPD), *Head Circumferencial* (HC), *Femur Length* (FL), dan *Abdominal Circumferencial* (AC)^{3,5} serta *Soft Tissue Thickness* (STT)^{6,7}. Menurut hasil penelitian dari^{6,7}, STT telah terbukti berperan sebagai parameter dalam menentukan berat badan janin. Namun perhatian untuk parameter tersebut dalam estimasi berat lahir bayi masih terbatas⁶. Adapun AC adalah parameter penting untuk estimasi berat janin prenatal, dengan sensitivitas tertinggi dari BPD, HC, dan FL⁷. Penerapan formula estimasi berat lahir bayi di masing-masing populasi tentu berbeda, karena sebuah model yang sudah ada tidak bisa diterapkan (tidak valid) ke semua populasi. Sehingga, model untuk estimasi berat lahir sangat penting untuk diperbaharui dan dikembangkan lebih lanjut agar mendapatkan validitas model yang tepat sesuai dengan populasi tertentu⁸.

Berdasarkan paparan sebelumnya, maka peneliti tertarik untuk memodelkan estimasi berat lahir bayi dari data pengukuran USG dengan parameter AC, BPD, dan FL. Pemodelan dilakukan dengan implementasi model regresi, diharapkan model yang terpilih sesuai untuk mengestimasi berat lahir bayi di RSKIA Sadewa.

2 Tinjauan Hasil Penelitian

Adapun beberapa penelitian terkait estimasi BBL telah dilakukan berdasarkan pengukuran USG. Terdapat fokus pembahasan beserta tujuan yang sama dan berbeda terkait estimasi BBL dengan populasi masing-masing. Peneliti⁹ memprediksi BBL dengan cara membandingkan akurasi penilaian volume paha janin dari USG 3 dimensi dengan formula umum yaitu BPD, AC, FL dari USG 2 dimensi. Selanjutnya peneliti¹⁰ melakukan estimasi berat janin dengan dan memvalidasi model terbaik yang telah ada, selain itu ada yang membuat model atau formula baru berdasarkan pengukuran dari STT paha janin pada akhir trisemester ketiga⁷. Selain dari pengukuran STT juga ada peneliti yang menggunakan pengukuran AC, BPD, HC, dan FL^{3,11,10}, dan peneliti⁶ merepresentasikan formula estimasi yang baru dengan menemukan pengaruh STT pada berat lahir. Sedangkan peneliti¹¹ mengembangkan formula baru untuk estimasi BBL dan mengevaluasi akurasi formula tersebut, serta semua formula yang ada sebelumnya dalam estimasi BBL.

Selanjutnya metode model regresi yang digunakan adalah regresi polinomial^{10,11}, regresi linear berganda^{3,7}, dan regresi log linear⁶. Peneliti¹⁰ menghasilkan model baru untuk estimasi berat janin dengan populasi Pakistan, yaitu $(\text{Log}(\text{EFW}) = 6,9044186 + 0,0000022\text{HC}^2 - 0,0150359\text{AC} + 0,0000291\text{AC}^2 + 0,0667425\text{FL} + 0,0004164\text{FL}^2)$. Kemudian formula yang dihasilkan oleh⁷ adalah $\text{EFW} = -1687,47 + (54,1 \times \text{FL}) + (76,68 \times \text{STT})$ yang diuji secara prospektif pada 69 pasien dengan $r = 0,79$ dan memiliki rata-rata kesalahan mutlak <15% pada 97% kasus. Menurut⁷ STT secara signifikan berkorelasi baik dengan AC dan berat badan lahir ($r^2 = 0,36$ dan $0,46$, masing-masing $P < 0,001$).

Adapun peneliti³ menghasilkan rumus dengan persamaan regresi; $\text{TBBL} = -9482,38 + 35,06 \text{BPD} + 12,88 \text{AC} + 72,24 \text{FL}$, namun rumus yang dihasilkan ini belum dievaluasi dengan berat yang sebenarnya. Penelitian dari Iran menyebutkan hasil analisis antar dua variabel yaitu AC ($r = 0,67$; $p < 0,001$), STT ($r = 0,5$; $p < 0,001$), BPD ($r = 0,59$; $p < 0,001$), FL ($r = 0,66$; $p < 0,001$) secara signifikan berkorelasi dengan berat lahir, sehingga menghasilkan rumus; $\log(\text{BW}) = 2,461 + 0,003 \text{BPD} + 0,001 \text{AC} + 0,007 \text{STT} + 0,005 \text{FL}$ ⁶. Sedangkan peneliti¹¹ memberikan kesimpulan bahwa model yang paling akurat yaitu jika rumus mencakup lebih dari tiga parameter pengukuran biometrik dan model yang paling akurat diberikan oleh Hadlock et.al pada tahun 1985 dengan pengukuran HC, AC, dan FL. Sehingga model yang dikembangkan dari penelitian¹¹ adalah dengan memanfaatkan pengukuran HC, AC, dan FL. Selain itu, volume paha yang dinilai dari USG 3D sangat berkorelasi dengan berat lahir ($r = 0,89$; $n = 100$; $p < 0,0001$)⁹.

Berdasarkan paparan sebelumnya maka penelitian ini tidak memilih parameter STT dan volume paha untuk diikutsertakan saat pemodelan. Hal tersebut dikarenakan parameter STT berada pada isu tatalaksana (belum ada pada tatalaksana) pemeriksaan USG kehamilan di Indonesia.

3 Metodologi Penelitian

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini mengambil objek penelitian ibu melahirkan di RSKIA Sadewa Sleman, DI. Yogyakarta. Adapun data yang diambil adalah data hasil pengukuran USG dan rekam medisnya pada bulan Mei 2019 sampai bulan September 2019. Kriteria inklusi objek penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ibu yang melakukan pemeriksaan rutin selama kehamilan dan melahirkan di RSKIA Sadewa
- Ibu yang melakukan pemeriksaan USG terakhir minimal tiga minggu sebelum persalinan (usia kehamilan 37 minggu)
- Ibu melahirkan dengan kondisi sehat tanpa penyakit penyerta.
- Bayi lahir tunggal dan tanpa kelainan bawaan.
- Mayoritas bayi lahir dari orang tua bersuku Jawa.

Adapun kriteria eksklusi objek penelitian dalam penelitian ini adalah bayi dengan berat lahir tidak normal (kurang dari 2500 gram dan lebih dari 4000 gram).

3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan untuk memodelkan estimasi BBL meliputi pengamatan (observasi) dengan mengambil data di RSKIA Sadewa sesuai kriteria dan parameter yang digunakan untuk memodelkan estimasi BBL. Selain itu, wawancara (*interview*) dilakukan dengan cara bertanya langsung ke pihak terkait dalam pengolahan data USG di RSKIA Sadewa. Selanjutnya melakukan pengolahan data, langkah yang pertama *editing* yaitu melakukan penyutihan dari data yang diperoleh. Data yang tidak lolos kriteria inklusi dan eksklusi dieliminasi. Langkah yang kedua yaitu *coding* yaitu data yang sudah valid kemudian diberi kode atau tanda berdasarkan kategori yang sudah ada untuk memudahkan analisis dan proses *entry* data. Pengkodeannya disesuaikan terhadap variabel penelitian dengan tujuan untuk mempermudah dalam menganalisis data dalam bentuk angka. Variabel yang digunakan adalah Estimasi Berat Lahir dengan kode EBL, *Biparietal Diameter* dengan kode BPD,

Femur Length dengan kode FL, dan *Abdominal Circumferencial* dengan kode AC. Kemudian langkah selanjutnya adalah *entry* yaitu data dimasukkan secara bertahap dengan menggunakan bantuan komputer.

3.3 Analisis Data

Setelah pengumpulan dan pengolahan data, dilanjutkan dengan proses analisis data dengan menggunakan software statistik R, tahap analisis data untuk memodelkan estimasi BBL adalah sebagai berikut:

- Analisis data univariat, digunakan untuk memperoleh gambaran distribusi dari masing-masing variabel tidak bebas dan bebas, melihat *mean*, median, modus, nilai variasi, dan melihat kenormalan dari setiap variabel bebas.
- Analisis data bivariat, digunakan untuk mengetahui korelasi atau hubungan antar dua variabel yaitu variabel tidak bebas dengan setiap variabel tidak bebas. Analisis korelasi yang dilakukan dengan metode korelasi Pearson. Persamaan (1) memperlihatkan rumus korelasi Pearson¹².

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n xy - \frac{(\sum_{i=1}^n x)(\sum_{i=1}^n y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}\right)}} \quad (1)$$

Keterangan:

r = nilai korelasi

x_i = observasi variabel x ke- i

y_i = observasi variabel y ke- i

Kekuatan hubungan korelasi menurut Sarwono dalam¹² adalah $|r|=0$, maka tidak ada korelasi; $0,00 > |r| \leq 0,25$, maka korelasi sangat lemah; $0,25 > |r| \leq 0,50$, maka korelasi cukup; $0,50 > |r| \leq 0,75$, maka korelasi kuat; $0,75 > |r| \leq 0,99$, maka korelasi sangat kuat, dan $|r|=1$, maka korelasi sempurna.

- Analisis Regresi Berganda

Analisa regresi berganda adalah bentuk regresi dengan model yang memiliki hubungan antara satu variabel yang akan diestimasi dengan dua atau lebih variabel bebas¹³. Adapun model analisis regresi berganda yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Regresi Linear Berganda

Asumsi dari analisis regresi linear¹⁴ adalah tidak terdapat multikolinearitas antar variabel, *error* berdistribusi normal dengan rata-rata nol (0) dan variansinya homogen (σ^2), serta *error* bebas dari autokorelasi. Bentuk umum model regresi linear berganda dengan p variabel bebas terlihat seperti pada persamaan (2)¹³.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i \quad (2)$$

Keterangan:

Y_i adalah variabel respon / variabel tidak bebas ke - i

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ adalah parameter

$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip}$ adalah variabel bebas

$\epsilon_i \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

- Regresi Logaritmik (*Logarithmic Regression*)

Bentuk umum model regresi logaritmik¹⁵ adalah meliputi model linear log terlihat pada persamaan (3), log linear seperti pada persamaan (4), dan model log log pada persamaan (5).

$$Y_i = \alpha + \beta \log X_i + \epsilon_i \quad (3)$$

$$\log Y_i = \alpha + \beta X_i + \epsilon_i \quad (4)$$

$$\log Y_i = \alpha + \beta \log X_i + \epsilon_i \quad (5)$$

Keterangan:

Y_i adalah variabel respon / variabel tidak bebas ke - i

β adalah parameter

X adalah variabel bebas

$\varepsilon_i \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

3. Regresi Polinomial

Regresi Polinomial adalah bentuk regresi yang mendekati sekumpulan titik data¹⁶. Bentuk umum model regresi polinomial terlihat pada persamaan (6) seperti berikut:

$$Y_i = c_i + c_i x_i + c_i x_i^2 + \dots + c_n x_n^n \quad (6)$$

Keterangan:

Y_i adalah variabel respon / variabel tidak bebas ke - i

c adalah koefisien

x adalah variabel bebas

n adalah derajat polinomial.

Adapun kriteria informasi yang sering digunakan sebagai kriteria pemilihan model adalah *Akaike Information Criterion* (AIC). Formula AIC menurut Liddle dapat dilihat pada persamaan (7) berikut¹⁷:

$$AIC = -2 \cdot \ln L_{max} + 2_p \quad (7)$$

Keterangan:

L_{max} = nilai maksimum dari fungsi kemungkinan yang dapat dicapai oleh model

p = jumlah parameter

AIC memberikan penalti terhadap penambahan jumlah parameter. Adapun model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai AIC yang paling kecil atau minimum¹⁷.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Deskripsi Data

Sampel data pada penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu teknik *sampling* dengan cara menetapkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan dan sesuai batasan yang mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi. Data yang digunakan adalah berat lahir aktual (AFW), AC, BPD, dan FL yang dianalisis untuk mendapatkan model estimasi berat lahir. Adapun jumlah sampel yang diperoleh sesuai kriteria inklusi dan eksklusi adalah sejumlah 23 sampel. Kemudian setelah mendapatkan model estimasi berat lahir terpilih maka diperoleh estimasi berat lahir dengan model terpilih tersebut.

4.2 Analisis Data Univariat

Analisis awal yang dilakukan adalah analisis data univariat, untuk mendapatkan ringkasan dan deskripsi masing-masing variabel. Hasil analisis didapatkan rata-rata EFW (estimasi berat janin) adalah $3094,39 \pm 401,41$ gram. Estimasi berat janin mempunyai rentang 2310 s.d 3989 gram. Hasil analisis untuk AC diperoleh rata-rata $32,65 \pm 1,8$ cm, dengan rentang 28,7 s.d 36 cm. Selanjutnya untuk BPD didapatkan rata-rata $9,2 \pm 0,28$ cm, dengan rentang 8,4 s.d 9,7 cm. Kemudian FL diperoleh rata-rata $7,2 \pm 0,28$ cm, dengan rentang 6,7 s.d 7,5 cm. Serta hasil analisis dari AFW (berat aktual) didapatkan rata-rata $3047,78 \pm 347,88$ gram, dengan rentang 2515 s.d 3745 gram.

4.3 Analisis Data Bivariat

Selanjutnya dilakukan analisis bivariat untuk mengetahui hubungan antar variabel dengan metode korelasi Pearson dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Data Bivariat

No	Korelasi	Nilai r	P-Value
1	afw dan ac	0,869	7,447e-08
2	afw dan fl	0,352	0,0994
3	afw dan bpd	0,256	0,2382

Mengacu pada Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa variabel afw dengan ac terdapat korelasi yang sangat kuat ($r = 0,869$). Variabel afw dengan fl terdapat korelasi yang cukup ($r = 0,352$). Serta variabel afw dengan bpd terdapat korelasi dengan predikat status korelasi yang cukup ($r = 0,256$).

4.4 Analisis Regresi Berganda

Analisis ini digunakan untuk memperoleh model estimasi terpilih, adapun langkah untuk melakukan analisis tersebut adalah sebagai berikut:

1) Pemilihan Model Regresi Terbaik

Hasil pengolahan pemilihan model regresi terbaik berdasarkan implementasi regresi linear berganda, regresi logaritmik, dan regresi polinomial adalah sebagai berikut:

- Regresi linear berganda, menghasilkan model dengan variabel yaitu ac terhadap variabel afw, disebut model 1.
- Regresi polinomial, diperoleh model terbaik yaitu model dengan variabel ac^2bpd , $acbpd^2$, fl , fl^2 , fl^3 , ac , ac^2 , ac^3 , bpd , $acbpd$, bpd^2 , $acfl$, ac^2fl , $bpdf$, $acbpdf$, bpd^2fl , dan $bpdf^2$ terhadap afw, disebut model 2.
- Regresi logaritmik model linear log, menghasilkan variabel $\log(ac)$ terhadap variabel afw, disebut model 3.
- Regresi logaritmik model log linear, memperoleh model dengan variabel ac terhadap variabel $\log(afw)$, disebut model 4.
- Regresi logaritmik model log log, diperoleh model dengan variabel $\log(ac)$ terhadap variabel $\log(afw)$, disebut model 5.

Langkah selanjutnya setelah membuat model adalah memilih model (keputusan model yang dipakai) yaitu seperti yang terlihat pada Tabel 2. Pemilihan model dilihat dari nilai korelasi model yang paling besar dengan nilai AIC yang paling kecil. Sehingga diperoleh model regresi yang optimal untuk mengestimasi berat lahir bayi.

Tabel 2. Kriteria Pemilihan Model

Kriteria	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Nilai AIC	307	272	307,2	-63,04	-62,9
Nilai r	0,86	0,97	0,86	0,87	0,87

Berdasarkan Tabel 2, model regresi yang terpilih adalah model dari regresi polinomial yaitu model 2. Model tersebut yaitu model dengan variabel ac^2bpd , $acbpd^2$, fl , fl^2 , fl^3 , ac , ac^2 , ac^3 , bpd , $acbpd$, bpd^2 , $acfl$, ac^2fl , $bpdf$, $acbpdf$, bpd^2fl , dan $bpdf^2$ terhadap afw. Model tersebut memiliki nilai korelasi model sebesar 0,97 dengan nilai AIC sebesar 272.

2) Uji Model

a. Uji Simultan

Berdasarkan hasil uji simultan, dihasilkan nilai multiple R-squared (R^2) sebesar 0,98 yang berarti bahwa variabel ac^2bpd , $acbpd^2$, fl , fl^2 , fl^3 , ac , ac^2 , ac^3 , bpd , $acbpd$, bpd^2 , $acfl$, ac^2fl , $bpdf$, $acbpdf$, bpd^2fl , dan $bpdf^2$ mampu menjelaskan 98% variasi variabel afw (berat lahir bayi).

b. Uji Parsial

Tabel 3. Uji Parsial

No	Coefficients	Estimate	t value	P Value
1.	intercept	-5,214e+07	-6,308	0,001
2.	ac ² bpd	-1,774e+03	-6,377	0,001
3.	acbpd ²	9,694e+06	6,314	0,001
4.	fl	9,513e+06	6,111	0,002
5.	fl ²	-7,874e+05	-5,401	0,003
6.	fl ³	3,120e+04	4,913	0,004
7.	ac	4,159e+05	4,491	0,006
8.	ac ²	1,454e+04	6,345	0,001
9.	ac ³	9,114e+01	5,483	0,003
10.	bpd	8,034e+06	6,446	0,001
11.	acbpd	-1,544e+05	-5,989	0,002
12.	bpd ²	-3,402e+05	-6,321	0,001
13.	acfl	-5,142e+04	-5,097	0,004
14.	ac ² fl	-9,951e+02	-5,532	0,003
15.	bpdfl	-6,485e+05	-6,734	0,001
16.	acbpdfl	1,279e+04	6,227	0,006
17.	bpd ² fl	2,832e+03	2,091	0,09
18.	bpdfl ²	1,203e+04	5,758	0,002

Hasil uji parsial menunjukkan bahwa hanya variabel bpd²fl saja yang tidak signifikan (p<0,05), sedangkan yang lain signifikan (p>0,05). Hal tersebut berarti hanya variabel ac saja yang tidak atau kurang berpengaruh secara individual terhadap variabel afw. Sedangkan variabel ac²bpd, acbpd², fl, fl², fl³, ac, ac², ac³, bpd, acbpd, bpd², acfl, ac²fl, bpdfl, acbpdfl, dan bpdfl² memiliki pengaruh secara individual terhadap variabel afw (berat lahir bayi).

5 Kesimpulan

Model regresi yang diperoleh adalah $BBL = -5,214e+07ac^2bpd - 1,774e+03acbpd^2 + 9,694e+06fl + 9,513e+06fl^2 - 7,874e+05fl^3 + 3,120e+04ac + 4,159e+05ac^2 + 1,454e+04ac^3 + 9,114e+01bpd + 8,034e+06acbpd - 1,544e+05bpd^2 - 3,402e+05acfl - 5,142e+04ac^2fl - 9,951e+02bpdfl - 6,485e+05acbpdfl + 1,279e+04bpd^2fl + 2,832e+03bpdfl^2$ ($r = 0,97$; $n = 23$; $p\text{-value} = 0,0015$). Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan konfirmasi berat model dengan berat aktual. Selain itu ditambahkan variabel lain, misalnya gizi ibu untuk mengoptimalkan kecocokan model dengan populasi tertentu. Harapannya, dengan menambahkan variabel pendukung yang lebih lengkap model yang diperoleh lebih tepat dengan justifikasi yang akurat.

Referensi

1. Nindrea, R. D. Perbedaan Taksiran Berat Badan Janin Menurut Perhitungan Formula Berat Badan Lahir Bayi. *J. Ipteks Terap.* **11**, 36 (2017).
2. Mardeyanti, Djulaeha, E. & Fatimah. Ketepatan taksiran berat badan janin dibandingkan dengan berat badan bayi baru lahir. *Kebidanan* **1**, 12–17 (2013).
3. Mawengkang, M. Estimasi Berat Badan Lahir berdasarkan Pengukuran Diameter Biparietal, Lingkar Kepala, Panjang Femur dan Lingkar Perut Janin Maya Mawengkang. *Maj. Obstet. Ginekol.* **21**, 16–19 (2013).
4. Lanowski, J.-S. et al. Ultrasound versus Clinical Examination to Estimate Fetal Weight at Term Vergleich von Ultraschall und klinischer Untersuchung zur fetalen Gewichtsschätzung am Geburtstermin. *Geburtsh Frauenheilk Sci.* 276–283 (2017). doi:http://dx.doi.org/10.1055/s-0043-102406
5. Hiwale, S. S., Misra, H. & Ulman, S. Ultrasonography-based Fetal Weight Estimation: Finding an Appropriate Model for an Indian Population. *J. Med. Ultrasound* **25**, 24–32 (2016).
6. Kalantari, M., Negahdari, A., Roknsharifi, S. & Qorbani, M. A new formula for estimating fetal weight: The impression of biparietal diameter, abdominal circumference, mid-thigh soft tissue thickness and femoral length on birth weight. *Iran. J. Reprod. Med.* **11**, 933–938 (2013).
7. Scioscia, M. et al. Estimation of fetal weight by measurement of fetal thigh soft-tissue thickness in the late third trimester. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* **31**, 314–320 (2008).
8. Kumarasiri, S. et al. Accuracy of ultrasound estimated fetal weight formulae to predict actual birthweight after 34 weeks: prospective

- validation study. *Ceylon Med J* **58**, 116–121 (2013).
9. Chang, F. M. *et al.* Three-dimensional ultrasound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet. Gynecol.* **90**, 331–339 (1997).
 10. Munim, S., Figueras, F., Shah, S. M., Khan, F. & Gardosi, J. Ultrasound estimation of fetal weight: A formula for a Pakistani population. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* **36**, 479–483 (2010).
 11. Hammami, A., Mazer Zumaeta, A., Syngelaki, A., Akolekar, R. & Nicolaides, K. H. Ultrasonographic estimation of fetal weight: development of new model and assessment of performance of previous models. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* **52**, 35–43 (2018).
 12. Bimo, S. Korelasi Pearson. (2010). Available at: <http://www.statistikolahdata.com/2010/11/korelasi-pearson.html>. (Accessed: 18th March 2019)
 13. Yulianto, M. A. Analisa Model Regresi. (2012). Available at: <https://digensia.wordpress.com/2012/05/07/analisa-model-regresi-seri-1/>. (Accessed: 15th March 2019)
 14. Kurniawan, R. & Yuniarto, B. *Analisis Regresi Dasar dan Penerapannya dengan R.* (Kencana, 2016).
 15. Benoit, K. *Linear Regression Models with Logarithmic Transformations.* (2011).
 16. Que, A. *Mathematics of Polynomial Regression.* (2013). Available at: <http://polynomialregression.drque.net/math.html>. (Accessed: 9th September 2019)
 17. Husnaeni, A. *Avicennia marina and Rhizophora mucronata seedlings growth model at different spacings using guludan planting technique.* (2013).