
Penggunaan Regresi Kuantil Multivariat pada Perubahan Trombosit Pasien Demam Berdarah *Dengue*

Widya Nauli Amalia Puteri^{1*}, Anna Islamiyati², dan Anisa³
^{1,2,3}Departemen Statistika, Fakultas MIPA,
Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245, Indonesia
* Corresponding author, email: widyanauli@gmail.com

Abstract

Quantile regression is an extension of the regression model of conditional quantile where the distribution is derived from the response variable expressed as a co-variate function. Quantile regression can model data that contain outliers. Patterns of platelet change in DHF patients based on body temperature and white blood cells were analyzed by quantile regression using $\theta = 0,25; 0,50, \text{ and } 0,75$. Based on the parameter estimation results, the quantile $\theta = 0,25$ and $0,75$ obtained variables that affect the platelets of DHF patients are white blood cells. Significant differences from the variables in each quantile occur because of the possibility of other factors that influence the platelets of DHF patients that are not contained in the model. The difference in the influence of factors on each quantile requires an appropriate adjustment of medical measures so that efficiency can be obtained in handling DHF patients.

Keywords: DHF, Quantile, Multivariate, Regression, Platelet.

Abstrak

Regresi kuantil yang merupakan perluasan model regresi pada kuantil bersyarat dimana distribusi kuantil bersyarat dari variabel respon dinyatakan sebagai fungsi kovariat. Regresi kuantil dapat memodelkan data yang mengandung pencilan. Pola perubahan trombosit pasien DBD berdasarkan suhu tubuh dan sel darah putih dianalisis dengan regresi kuantil menggunakan $\theta = 0,25; 0,50, \text{ dan } 0,75$. Berdasarkan hasil estimasi parameter, pada kuantil $\theta = 0,25$ dan $0,75$ variabel yang berpengaruh terhadap trombosit pasien DBD adalah sel darah putih. Perbedaan variabel signifikan pada setiap kuantil terjadi karena adanya kemungkinan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap trombosit pasien DBD yang tidak terdapat dalam model. Perbedaan faktor pengaruh pada masing-masing kuantil memerlukan penyesuaian tindakan medis yang tepat sehingga dapat diperoleh peningkatan efisiensi dalam penanganan pasien DBD.

Kata Kunci: DBD, Kuantil, Multivariat, Regresi, Trombosit.

1. Pendahuluan

Analisis regresi merupakan salah satu teknik analisis data dalam ilmu statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan dan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon dengan mengestimasi kurva regresinya. Budiantara, dkk (2015), Islamiyati, Fatmawati dan Chamidah (2018) mengungkapkan bahwa terdapat dua pendekatan untuk mengestimasi kurva regresi, yaitu pendekatan regresi parametrik dan regresi nonparametrik [1,2]. Informasi mengenai hubungan fungsional antara variabel prediktor dengan variabel respon dapat diperkirakan dengan melihat bentuk pola hubungan pada diagram pencar (*scatter plot*). Regresi parametrik adalah regresi yang diasumsikan bentuk fungsinya diketahui, seperti linier, kuadratik atau kubik.

Islamiyati (2014, 2017) menyatakan bahwa bentuk fungsi dapat diketahui dari pola data atau informasi dari penelitian sebelumnya tentang karakteristik data yang akan diselidiki. Apabila model dari pendekatan regresi parametrik diasumsikan benar, maka pendugaan parametrik akan sangat efisien [3,4].

Ada beberapa metode yang digunakan untuk estimasi parameter dalam persamaan regresi, salah satunya pendekatan standar penentuan model regresi klasik dan estimasi parameternya adalah metode kuadrat terkecil atau *ordinary least square* (OLS). Metode OLS dikenal peka terhadap penyimpangan asumsi pada data. Asumsi normalitas dan homoskedastisitas seringkali tidak terpenuhi ketika data mengandung pencilan (*outlier*) [5]. Terkadang untuk mengatasi hal tersebut, peneliti akan melakukan transformasi terhadap data dengan maksud agar asumsi terpenuhi. Hal lain yang biasa dilakukan adalah memberikan pembobot dalam kriteria estimasi [6]. Namun, seringkali asumsi tersebut tidak terpenuhi meskipun telah dilakukan transformasi yang pada akhirnya mengakibatkan dugaan berbias.

Salah satu metode regresi yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti untuk mengatasi data yang mengandung pencilan adalah regresi kuantil. Davino, Furno dan Vistocco (2013) mengembangkan regresi kuantil untuk beberapa aplikasi yang memuat pencilan [7]. Huang, Zhang, Chen dan He (2017) menggunakan kuantil pada data longitudinal yang merupakan perluasan model regresi pada kuantil bersyarat dimana distribusi kuantil bersyarat dari variabel respon dinyatakan sebagai fungsi kovariat [8]. Yirga, Ayele dan Melesse (2018) menganalisis indeks massat tubuh penduduk ethiopia dengan regresi kuantil [9]. Sauzet, Razum, Widera, dan Brzoska (2019) mengembangkan regresi kuantil pada analisis dua arah untuk data survey [10]. Pendugaan fungsi kuantil dari sebaran bersyarat respon dilakukan pada berbagai nilai kuantil yang diinginkan. Setiap kuantil mencirikan titik tertentu dari sebaran bersyarat. Keuntungan dari regresi kuantil adalah fleksibilitas dalam pemodelan data dengan sebaran bersyarat yang heterogen. Hal tersebut sangat berguna dalam pemodelan data yang rentan mengandung pencilan, seperti Jagger dan Elsner (2008) yang memodelkan kecepatan angin pada siklon tropis di USA dengan regresi kuantil [11]. Djuraidah dan Wigena (2011) telah mengeksplorasi curah hujan dengan menggunakan regresi kuantil [12]. Mahmuda, Nur dan Karim (2015) menggunakan regresi kuantil sebagai penduga kadar timbal (Pb) dalam tubuh pekerja SPBU di Kota Semarang [13]. Balami (2017) mengestimasi parameter regresi kuantil yang diaplikasikan pada penyebaran penyakit demam berdarah *dengue* (DBD) di Kota Surabaya [14]. Idris, Rais dan Utami (2018) menggunakan regresi kuantil untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran penyakit DBD di Kota Palu [15].

Selanjutnya, penelitian ini akan mengkaji penggunaan regresi kuantil dengan melibatkan beberapa variabel prediktor. Model akan diaplikasikan pada data jumlah trombosit pasien penderita DBD berdasarkan faktor suhu tubuh dan jumlah sel darah putih pasien. Kriteria laboratorium WHO tentang jumlah trombosit yang rendah

(trombositopenia) dan kebocoran plasma yang ditandai dengan hemokonsentrasi merupakan indikator keparahan penyakit demam berdarah *dengue*. Islamiyati (2019) menunjukkan pada pasien penderita DBD, trombosit memiliki pola bervariasi pada setiap waktu pengukuran [16]. Penurunan jumlah trombosit pada umumnya terjadi sebelum ada peningkatan hematokrit dan terjadi sebelum suhu tubuh turun. Namun selain jumlah trombosit, diperlukan pemeriksaan medis lain, salah satunya adalah pemeriksaan kandungan sel darah putih. Naik turunnya jumlah trombosit pada beberapa interval waktu tertentu menyebabkan data dapat dianalisis dengan regresi kuantil multivariat. Berdasarkan uraian tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah mendapatkan analisis faktor yang mempengaruhi trombosit pasien penderita DBD. Informasi tentang faktor yang mempengaruhi trombosit pasien DBD dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi penanganan pasien DBD.

2. Material dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari rekam medis pasien penderita DBD. Pengambilan data telah dilakukan di Rumah Sakit Pendidikan Unhas untuk data pasien dalam kurun waktu 2013-2017 dengan jumlah data sebanyak 158 sampel pasien DBD. Variabel dalam penelitian ini menggunakan satu variabel respon dan dua variabel prediktor. Faktor jumlah trombosit pasien dinyatakan dalam 10^3 sel/ul sebagai variabel respon (y), faktor suhu tubuh (x_1) dinyatakan dalam $^{\circ}\text{C}$ dan faktor jumlah sel darah putih (x_2) dinyatakan dalam 10^3 sel/ul sebagai variabel prediktor (x).

Data dianalisis dengan model regresi kuantil multivariat. Koenker dan Bassett (1978) telah memperkenalkan regresi kuantil. Regresi kuantil adalah suatu pendekatan dalam analisis regresi yang digunakan untuk menduga hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor pada fungsi kuantil bersyarat tertentu. Dengan pendekatan ini, fungsi kuantil dapat diduga dari sebaran bersyarat variabel respon pada setiap nilai kuantil sesuai dengan kuantil yang diinginkan. Regresi kuantil sangat berguna jika data tidak homogen (*heterogenous*) dan tidak berbentuk standar, seperti tidak simetris atau tidak berdistribusi normal, terdapat ekor pada sebaran atau *truncated distribution*. Keuntungan dari regresi kuantil, yaitu dapat meminimumkan pengaruh dari pencilan. Regresi kuantil meminimumkan jumlah *error* mutlak terboboti dan menduga model dengan menggunakan fungsi kuantil bersyarat pada suatu sebaran data. Persamaan umum regresi kuantil linier untuk kuantil bersyarat $Q_{y|x}(\theta)$ dari variabel respon y_i , yaitu:

$$y_i = \beta_0(\theta) + \beta_1(\theta)x_{1i} + \dots + \beta_k(\theta)x_{ki} + \varepsilon_i(\theta) \quad (1)$$

Regresi kuantil akan meminimumkan jumlah absolut *error* yang lebih dikenal dengan *least absolute deviation* (LAD). Pada regresi kuantil, *error* diberi bobot yang berbeda. Bobot yang digunakan, yaitu θ untuk nilai *error* yang lebih besar atau sama dengan nol,

dan $1 - \theta$ untuk *error* yang kurang dari nol. Perkalian antara *error* dengan bobot yang diberikan disebut sebagai fungsi *loss* (ρ_θ), yaitu:

$$\rho_\theta(\varepsilon) = \sum_{i=1, \varepsilon_i \geq 0}^n \theta |\varepsilon_i| + \sum_{i=1, \varepsilon_i < 0}^n (1 - \theta) |\varepsilon_i| \quad (2)$$

Dengan demikian, dalam regresi kuantil terdapat fungsi kuantil ke- θ dari variabel y dengan syarat x yang mempertimbangkan penduga $\beta(\theta)$, sehingga diperoleh solusi untuk permasalahan tersebut yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\min_{\beta \in R^p} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(\varepsilon) = \min_{\beta \in R^p} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(y_i - Q_{y|x}(\theta)) \quad (3)$$

dengan:

$\rho_\theta(\varepsilon)$: fungsi *loss*

θ : indeks kuantil dengan $\theta \in (0,1)$

$Q_{y|x}(\theta)$: fungsi kuantil dari variabel y dengan syarat x

dimana $\rho_\theta(\varepsilon)$ pada persamaan didefinisikan

$$\rho_\theta(\varepsilon) = \begin{cases} \theta \varepsilon & , \varepsilon \geq 0 \\ (1 - \theta) \varepsilon & , \varepsilon < 0 \end{cases}$$

Fungsi untuk kuantil bersyarat $Q_{y|x}(\theta)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$Q_{y|x}(\theta) = \mathbf{X}'\boldsymbol{\beta}(\theta) \quad (4)$$

Jika y merupakan fungsi x yang diketahui dan memiliki fungsi probabilitas $F_{y|x}(y)$, maka kuantil ke- θ dari fungsi tersebut dapat dituliskan seperti pada persamaan berikut:

$$\min_{\beta} \theta \int_{i=1; \varepsilon_i \geq 0}^n |\varepsilon_i| dF_y(y) + (1 - \theta) \int_{i=1; \varepsilon_i < 0}^n |\varepsilon_i| dF_y(y) \quad (5)$$

dengan mempertimbangkan $\hat{\beta}(\theta)$, sehingga diperoleh solusi untuk permasalahan tersebut yang dinyatakan

$$\hat{\beta}(\theta) = \min_{\beta \in R^p} \left\{ \theta \sum_{i=1; \varepsilon_i \geq 0}^n |y_i - \mathbf{X}'\boldsymbol{\beta}(\theta)| + (1 - \theta) \sum_{i=1; \varepsilon_i < 0}^n |y_i - \mathbf{X}'\boldsymbol{\beta}(\theta)| \right\} \quad (6)$$

Solusi dari persamaan (6) tidak dapat diperoleh secara analitik, tetapi secara numerik. Salah satu metode numerik yang digunakan adalah algoritma simpleks [17].

3. Hasil dan Diskusi

Salah satu bagian dari analisis statistika adalah analisis statistik deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik data agar tersaji menjadi informasi awal yang selanjutnya siap untuk dianalisis lebih jauh. Berikut adalah statistik deskriptif data pasien penderita DBD di Rumah Sakit Pendidikan Unhas berdasarkan trombosit, suhu tubuh, dan sel darah putih pasien yang disajikan pada Tabel 1. Deskriptif data mencakup mean, nilai maksimum dan minimum, standar deviansi dari

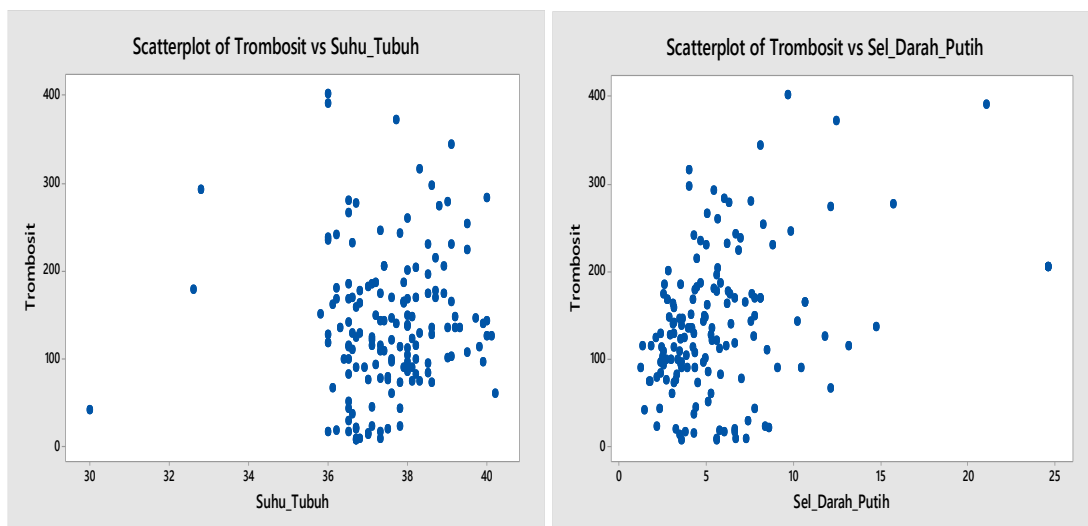
setiap variabel. Trombosit pasien rata-rata $137,45 \times 10^3 \text{sel}/\mu\text{l}$, dengan nilai minimum sebesar $7 \times 10^3 \text{sel}/\mu\text{l}$ dan maksimum sebesar $401 \times 10^3 \text{sel}/\mu\text{l}$.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Data Pasien DBD

Variabel	Mean	Maksimum	Minimum	StDev
y	137,45	401	7	80,38
x_1	37,53	40,20	30	1,35
x_2	5,76	24,60	1,24	3,96

Sumber: Data diolah 2020

Selengkapnya, pola hubungan antara variabel respon dan prediktor disajikan dengan *scatter plot*. Melalui *scatter plot* tersebut dapat diidentifikasi secara awal bentuk pola hubungan dari variabel trombosit (y) dengan variabel suhu tubuh (x_1) dan jumlah sel darah putih (x_2). Pola hubungan ini menjadi dasar untuk membentuk model regresi.



Gambar 1. *Scatter plot* variabel respon dan prediktor data pasien DBD di Rumah Sakit Pendidikan Unhas

Hasil plot antara masing-masing prediktor terhadap respon yang ditunjukkan pada Gambar 1 mengidentifikasikan bahwa terdapat pencilan pada data serta ada kecenderungan plot data memiliki perubahan perilaku pada suatu interval tertentu. Penyebaran data serta keterbatasan informasi mengenai bentuk pola hubungan dan bentuk perubahan perilaku kurva regresi dalam variabel penelitian menjadi pertimbangan penggunaan pendekatan regresi kuantil multivariat. Pada penelitian ini dilakukan estimasi parameter pada kuantil $\theta = 0,25; 0,50$ dan $0,75$.

Dalam pemodelan regresi kuantil digunakan bantuan *software* R Studio untuk melakukan estimasi parameter. Hasil estimasi parameter untuk model regresi kuantil

dapat dilihat pada Tabel 2 untuk kuantil $\theta = 0,25$, Tabel 3 untuk kuantil $\theta = 0,50$, dan Tabel 4 untuk kuantil $\theta = 0,75$.

Tabel 2. Estimasi Parameter Pada Kuantil $\theta = 0,25$

Variabel	Estimasi Parameter	Std.Error	t value	p-value
Suhu tubuh (x_1)	9.98	5.52	1.81	0.07
Sel darah putih (x_2)	4.73	1.95	2.43	0.02
Intersep	-311.70	214.60	-1.45	0.15

Sumber: Data diolah 2020

Berdasarkan estimasi parameter pada Tabel 2, diperoleh model regresi kuantil untuk $\theta = 0,25$ adalah sebagai berikut:

$$y_i = -311,70 + 9,98x_{i1} + 4,73x_{i2} \quad (7)$$

Tabel 3. Estimasi Parameter Pada Kuantil $\theta = 0,50$

Variabel	Estimasi Parameter	Std.Error	t value	p-value
Suhu tubuh (x_1)	6,64	4,97	1,34	0,18
Sel darah putih (x_2)	4,03	2,81	1,44	0,15
Intersep	-143,67	189,60	-0,76	0,45

Sumber: Data diolah 2020

Berdasarkan estimasi parameter pada Tabel 3, diperoleh model regresi kuantil untuk $\theta = 0,50$ adalah sebagai berikut:

$$y_i = -143,67 + 6,64x_{i1} + 4,03x_{i2} \quad (8)$$

Tabel 4. Estimasi Parameter Pada Kuantil $\theta = 0,75$

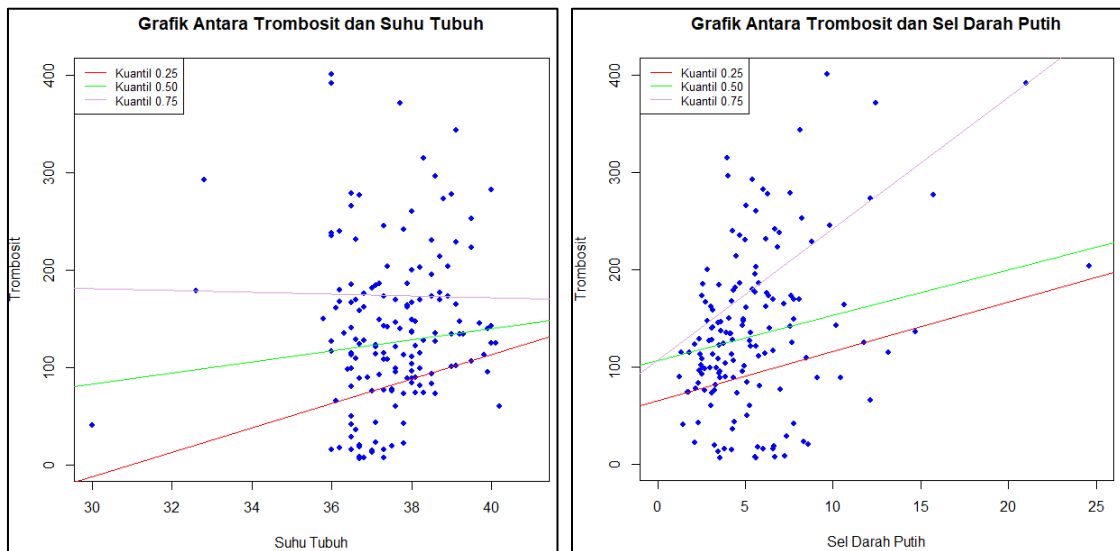
Variabel	Estimasi Parameter	Std.Error	t value	p-value
Suhu tubuh (x_1)	-3,01	5,27	-0,57	0,57
Sel darah putih (x_2)	13,32	3,63	3,67	0,00034
Intersep	219,31	195,97	1,12	0,26

Sumber: Data diolah 2020

Berdasarkan estimasi parameter pada Tabel 4, diperoleh model regresi kuantil untuk $\theta = 0,50$ adalah sebagai berikut:

$$y_i = 219,31 - 3,01x_{i1} + 13,32x_{i2} \quad (9)$$

Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 menampilkan hasil estimasi parameter, nilai *standard error* hasil penaksiran, nilai uji *t*, dan nilai probabilitas pada taraf kepercayaan 95% untuk kedua variabel yang digunakan dalam model. Adapun grafik estimasi fungsi regresi kuantil pada masing-masing kuantil dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik estimasi fungsi regresi kuantil pada $\theta = 0,25; 0,50, \text{ dan } 0,75$

Uji signifikansi parameter dilakukan untuk melihat pengaruh signifikan variabel prediktor terhadap variabel respon berdasarkan nilai p -value dengan $\alpha = 0,50$ pada masing-masing variabel di setiap nilai kuantil. Pada Tabel 2 dan Tabel 4, diperoleh variabel yang signifikan untuk kuantil $\theta = 0,25$ dan $0,75$ adalah sel darah putih (x_2) dengan nilai masing-masing p -value = $0,02$ dan $0,00034 < \alpha = 0,50$. Adapun pada Tabel 3, ditunjukkan tidak ada variabel yang signifikan pada kuantil $\theta = 0,50$. Hal ini menunjukkan bahwa taksiran model kuantil multivariat yang signifikan untuk data trombosit adalah model kuantil $\theta = 0,25$ dan $0,75$.

Interpretasi model regresi kuantil pada penelitian ini berdasarkan koefisien parameter yang signifikan, yaitu:

1. Pada persamaan (7), untuk data di bawah kuantil $0,25$, koefisien parameter variabel sel darah putih (x_2) menjelaskan setiap peningkatan $1 \times 10^3 \text{ sel}/\mu\text{l}$ sedangkan variabel lainnya tetap, akan meningkatkan trombosit (y) pasien DBD sebesar $9,98 \times 10^3 \text{ sel}/\mu\text{l}$.
2. Pada persamaan (9), untuk data di bawah kuantil $0,75$, koefisien parameter variabel sel darah putih (x_2) menjelaskan setiap peningkatan $1 \times 10^3 \text{ sel}/\mu\text{l}$ sedangkan variabel lainnya tetap, akan meningkatkan trombosit (y) pasien DBD sebesar $13,32 \times 10^3 \text{ sel}/\mu\text{l}$.

Peningkatan sel darah putih yang diiringi dengan peningkatan trombosit menunjukkan bahwa sel darah putih berpengaruh signifikan terhadap trombosit pasien DBD. Rendahnya sel darah putih atau *leukopenia* menjadi penanda terjadinya suatu infeksi virus DBD. Menurunnya sel darah putih juga diikuti dengan trombosit DBD yang ikut turun dari batas normal [18]. Hasil ini tentunya menjadi informasi bagi tim medis untuk mempersiapkan tindakan penanganan yang berbeda-beda pada setiap pasien DBD, karena kecenderungan peningkatan trombosit pada pasien berbeda-beda.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap trombosit pasien DBD adalah sel darah putih pada kuantil $\theta = 0,25$ dan $0,75$. Adapun pada kuantil $\theta = 0,50$ tidak terdapat variabel yang signifikan terjadi karena adanya kemungkinan pengaruh faktor-faktor lain yang tidak terdapat dalam model yang berpengaruh terhadap trombosit pasien DBD. Pola perubahan trombosit berdasarkan sel darah putih menunjukkan adanya hubungan linier antara kedua variabel ketika data di bawah kuantil $0,25$ dan $0,75$.

Pada penelitian selanjutnya, pola perubahan trombosit berdasarkan suhu tubuh dan sel darah putih dapat dilihat melalui pendekatan kuantil dengan estimator lain yang diharapkan mampu memberikan hasil estimasi yang lebih baik dalam menjelaskan model. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah regresi nonparametrik *penalized spline* seperti yang telah digunakan Islamiyati (2020) pada data diabet [19].

Daftar Pustaka

- [1] Budiantara, I. N., Mariati, N.P.A.M, Ratnasari, V., Ismaini, Z., Ratna, M., Sudiarsa, I.W., Mardianto, M.F.F., & Hendayanti, N.P.N. Comparison Truncated Spline and Fourier Series in Multivariable Nonparametric Regression Models (Application: Data of Poverty in Papua, Indonesia). *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS*. 15 (04) : 9-12, 2015.
- [2] Islamiyati, A., Fatmawati & Chamidah, N. Estimation of Covariance Matrix on Bi-Response Longitudinal Data Analysis with Penalized Spline Regression. *Journal of Physics: Conf. Series*. 979 pp 012093, 2018.
- [3] Islamiyati, A. Taksiran Kurva Regresi Spline pada Data Longitudinal dengan Kuadrat Terkecil. *Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi*, 11(1) : 97-102, 2014.
- [4] Islamiyati, A. Spline Polynomial Truncated dalam Regresi Nonparametrik. *Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi*, 14(1) : 54-60, 2017.
- [5] Nurdin, N., Raupong & Islamiyati, A. Penggunaan Regresi Robust pada Data yang Mengandung Pencilan dengan Metode Momen. *Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi*, 10(2) : 114-123, 2014.
- [6] Islamiyati, A., Fatmawati & Chamidah, N. Ability of Covariance Matrix in Bi-Response Multi-Predictor Penalized Spline Model Through Longitudinal Data Simulation. *Int. J. Acad. Appl. Res.* 3 : 8-11, 2019.
- [7] Davino, C., Furno, M., & Vistocco, D. *Quantile Regression: Theory and Applications*. Wiley Series in Probability and Statistics. 2013.
- [8] Huang, Q., Zhang, H., Chen, J. & He, M. Quantile Regression Models and Their Applications: A review. *Journal of Biometric & Biostatistics*, 8(3) : 1-6, 2017.

- [9] Yirga, A.A., Ayele, D.W., & Melesse, S.F. Application of Quantile Regression : Modeling Body Mass Index in Ethiopia. *The Open Public Health Journal*, 11, 221-223, 2018.
- [10] Sauzet, O., Razum, O., Widera, T. & Brzoska, P. Two Part Models and Quantile Regression for the Analysis of Survey Data with a Spike. The Example of Satisfaction with Health Care. *Frontiers Public Health*, 7 (146) : 1-7, 2019.
- [11] Jagger. T.H., & Elsner, J.B. Modeling tropical cyclone intensity with quantile regression". *Int. J. Climatol.* Published online in Wiley Inter Science (www.interscience.wiley.com), 2008.
- [12] Djuraidah, A. & Wigena, A.H. Regresi Kuantil Untuk Eksplorasi Curah Hujan di Kabupaten Indramayu. *J Ilmu Dasar*. 12(1):50-56, 2011.
- [13] Mahmuda, L.N., Nur, I.M., & Karim, A. Regresi Kuantil sebagai Penduga Kadar Timbal (Pb) dalam Tubuh Pekerja SPBU di Kota Semarang. *Jurnal Statistika*, 3 (2), 2015.
- [14] Balami, A.M. Estimasi Parameter Regresi Kuantil Pada Kasus Demam Berdarah Dengue di Kota Surabaya. Departemen Statistika FMIPA ITS, 2017.
- [15] Idris, N., Rais, & Utami, I.T. Aplikasi Regresi Kuantil Pada Kasus DBD di Kota Palu Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 15 (1) : 108-117, 2018.
- [16] Islamiyati, A. Regresi Spline Polynomial Truncated Biprediktor untuk Identifikasi Perubahan Jumlah Trombosit Pasien Demam Berdarah Dengue. *Al khwarizmi*, 7 (2) : 97-110, 2019.
- [17] Aprilia, B., Islamiyati, A. & Anisa. Platelet Modeling Based on Hematocrit in DHF Patients with Spline Quantile Regression. *Int. J. Acad. Appl. Res.*, 3 : 51-54, 2019.
- [18] Risniati, Y., Tarigan, L.H, & Tjitra, E. Leukopenia Sebagai Prediktor Terjadinya Sindrom Syok Dengue Pada Demam Berdarah Dengue di RSPI. Prof. Dr. Sulianti Saroso. *Media Litbang Kesehatan*, 21 : 96-103, 2011.
- [19] Islamiyati, A., Fatmawati & Chamidah, N. Changes in blood glucose 2 hours after meals in Type 2 diabetes patients based on length of treatment at Hasanuddin University Hospital, Indonesia. *Rawal Medical Journal*, 45 (1) : 31-34, 2020.