

SIMULASI PEMODELAN JALUR SEMIPARAMETRIK TRUNCATED SPLINE PADA KASUS PERKEMBANGAN CASHLESS SOCIETY

Dea Saraswati Pramaningrum^{*1}, Adji Fernandes², Atiek Iriany³, Solimun⁴, Ani Budi Astuti⁵, Fachira Haneinanda Junianto⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Brawijaya, Malang

Email: ¹deasaraswati@student.ub.ac.id, ²fernandes@ub.ac.id, ³atiekiriany@ub.ac.id, ⁴solimun@ub.ac.id, ⁵ani_budi@ub.ac.id, ⁶fachiraneinaj@student.ub.ac.id

^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 31 Januari 2024, diterima untuk diterbitkan: 07 Februari 2025)

Abstrak

Simulasi merupakan suatu proses merancang model matematis dari sistem yang nyata dengan cara melakukan percobaan terhadap model menggunakan komputer. Pada penelitian ini simulasi untuk memodelkan kasus perkembangan *cashless society* karena adanya keterbatasan ketersediaan data asli. Pemodelan simulasi dilakukan berdasarkan hasil analisis data asli yang menggunakan analisis jalur *semiparametrik truncated spline*. Data asli yang digunakan merupakan hasil kuesioner dengan responden sebanyak 100 nasabah bank pengguna *m-banking*. Perkembangan *cashless society* merupakan topik yang menarik untuk diteliti karena di Indonesia sendiri terdapat perubahan kebiasaan masyarakat dalam bertransaksi menggunakan non-tunai semenjak mewabahnya virus COVID-19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario model yang dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan terkait perkembangan *cashless society* adalah kombinasi model *semiparametrik truncated spline* berordo linier dengan dua titik knot di mana hanya terdapat satu hubungan nonparametrik pada model. Hasil penelitian dijadikan acuan oleh pemerintah terkhusus pihak bank untuk mendukung perkembangan *cashless society*.

Kata kunci: *Cashless Society*, Jalur *Semiparametrik*, Pemodelan, Simulasi, *Truncated Spline*

TRUNCATED SPLINE SEMIPARAMETRIC PATH MODELING SIMULATION IN CASHLESS SOCIETY DEVELOPMENT CASE

Abstract

Simulation is a process of designing a mathematical model of a real system by conducting experiments on the model using a computer. In this study, a simulation is used to model the case of the development of a cashless society due to the limited availability of original data. Simulation modeling was carried out based on the results of original data analysis using truncated spline semiparametric path analysis. The original data used was the result of a questionnaire with respondents of 100 bank customers using m-banking. The development of a cashless society is an interesting topic to study because in Indonesia itself there has been a change in people's habits in transacting using non-cash since the outbreak of the COVID-19 virus. The results show that the model scenario that can be used as a reference for decision-making related to the development of a cashless society is a combination of a semiparametric truncated spline model of a linear order with two knots where there is only one nonparametric relationship in the model. The results of the research are used as a reference by the government, especially the bank to support the development of a cashless society.

Keywords: *Cashless Society*, *Path Modeling*, *Semiparametric Analysis*, *Simulation*, *Truncated Spline*

1. PENDAHULUAN

Simulasi adalah suatu prosedur kuantitatif yang menggambarkan sebuah sistem untuk mengembangkan sebuah model dengan uji coba pada kurun waktu tertentu (Hutahaean 2018). Syahputri dkk. (2020) mendefinisikan simulasi sebagai suatu proses merancang model matematis dari sistem yang

nyata dengan cara melakukan percobaan terhadap model menggunakan komputer untuk menggambarkan, menjelaskan dan juga memprediksi perilaku sistem. Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa simulasi berkaitan erat dengan sistem dan model. Manfaat simulasi yaitu sebagai alat pembuat keputusan untuk membentuk

sistem dengan kinerja tertentu dari tahap perancangan sistem hingga tahap operasional (Rahayu 2019). Selain dapat membuat desain untuk mengambil keputusan, simulasi juga digunakan untuk melakukan validasi terhadap keputusan yang diambil adalah keputusan yang terbaik. Selain itu, simulasi dapat mengurangi biaya dan waktu serta tepat untuk memprediksi kinerja sistem yang kompleks (Akbar dkk. 2020).

Data simulasi merupakan alat statistika yang digunakan untuk mengkaji sifat dan kecukupan model (Fikri Algifari dan Sumijan 2021). Simulasi didefinisikan sebagai pendekatan percobaan untuk meniru perilaku sistem menggunakan komputer dengan *software* yang sesuai (Findari dan Nugroho 2019). Data simulasi dapat dibuat sangat kompleks sesuai dengan tingkat kebutuhan tanpa batasan waktu, digunakan untuk menganalisa beberapa struktur sistem yang berhubungan dalam satu waktu dan dapat menggunakan banyak data agar lebih mendekatkan pada kondisi nyata (Tannady 2020).

Studi simulasi dapat diterapkan pada penelitian dengan metode statistika apapun, salah satunya yakni pada analisis jalur. Analisis jalur dapat diterapkan melalui beberapa pendekatan, yakni pendekatan parametrik, nonparametrik, dan *semiparametrik* (Fernandes dan Solimun 2021). Pendekatan jalur *semiparametrik* merupakan penggabungan pendekatan parametrik dengan nonparametrik sehingga dalam satu model dilakukan pendugaan parameter dan fungsi (Fernandes dan Solimun 2021).

Salah satu pendekatan jalur nonparametrik adalah *spline*. *Spline* digunakan dalam analisis jalur nonparametrik karena dapat mengikuti pola hubungan antar variabel eksogen dan variabel endogen serta sangat fleksibel. Menurut (Hidayat 2017), *spline* merupakan bagian atau potongan-potongan polinomial yang mempunyai sifat tersegmen dan kontinu (*truncated*). Kelebihan *truncated spline* yaitu cenderung mencari sendiri bentuk pendugaan kurva regresinya. Hal tersebut dapat terjadi karena *spline* memiliki titik gabungan yang menunjukkan pola perilaku data yang disebut titik *knot* (Dani dkk. 2021).

Data simulasi dapat dimanfaatkan dalam bidang sosial ekonomi, salah satunya pada kasus perkembangan *cashless society*. Perkembangan *cashless society* merupakan topik yang menarik untuk diteliti. Hal ini disebabkan karena berubahnya kebiasaan masyarakat dalam bertransaksi perlahan berubah semenjak era pandemi COVID-19. Masyarakat mulai bertransaksi secara non-tunai dengan menggunakan dompet digital atau *e-wallet* agar mengurangi resiko terinfeksi virus corona yang menempel pada uang, kartu kredit atau tangan orang yang menyerahkan atau menerima uang tersebut. *World Health Organization* (WHO) menghimbau masyarakat agar dapat menerapkan *contactless payment* atau juga disebut sebagai *cashless payment*. Maksud dari *cashless payment* adalah mengurangi

kontak fisik dengan pembayaran tunai menggunakan dompet digital atau transaksi elektronik (Katon dan Yuniati 2020; Alzoubi dkk. 2022).

Sistem pembayaran non tunai (*cashless*), juga disebut sebagai sistem pembayaran elektronik, biasanya mencakup kartu kredit atau instrumen keuangan digital yang didukung oleh bank atau nonbank (Arabadzhy dkk. 2021). Penjual dan pembeli dapat melakukan transaksi tanpa menggunakan mata uang fisik dengan memanfaatkan metode pembayaran non tunai. Hal ini bermanfaat bagi bisnis untuk menggunakan metode pembayaran ini karena menurunkan biaya transaksi keuangan (Yakean, 2020);

Penelitian terkait perkembangan *cashless society* pernah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain: Lukito dan Khairunnisa (2022), yang mengkaji *cashless society* melalui persepsi kemudahan dan keamanan; Seputri dkk. (2022) yang mengkaji pengaruh penggunaan QRIS sebagai salah satu perkembangan budaya *cashless*; dan Saputra dkk. (2022) yang mengkaji penggunaan *e-wallet* sebagai sarana memutus perkembangan virus COVID-19. Pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait *cashless society*, dapat dilihat bahwa masih belum terdapat penelitian yang mengkaji *cashless society* menggunakan studi simulasi.

Meneliti kasus perkembangan *cashless society* di berbagai wilayah di Indonesia tentu membutuhkan biaya, waktu, dan tenaga yang besar. Oleh karena itu digunakan data simulasi yang dapat merepresentasikan data aktual di lapang hanya dengan cara membangkitkan data dari sampel yang ada. . Data simulasi dapat menjadi alternatif untuk keterbatasan pengambilan data di lapang. Dengan begitu, data simulasi dapat memudahkan pihak bank dalam mengambil keputusan untuk menciptakan masyarakat yang terbiasa menggunakan uang non fisik (*cashless society*).

Berdasarkan uraian di atas, akan dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan *cashless society* menggunakan data simulasi yang didasarkan pada data terjun lapang. Data disimulasikan berdasarkan hasil analisis dari data asli menggunakan analisis jalur *semiparametrik truncated spline*. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang berjudul “Simulasi Pemodelan Jalur *Semiparametrik Truncated Spline* Pada Kasus Perkembangan *Cashless Society*”.

Pada penelitian ini dianalisis hubungan pengaruh variabel *Product* dan Digitalisasi Uang Elektronik terhadap variabel Perkembangan *Cashless Society*. Konteks *Product* yang dimaksud pada penelitian ini adalah uang elektronik. *Product* adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan. Hubungan pengaruh antar variabel

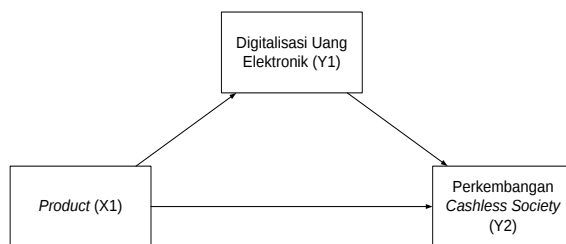
dianalisis menggunakan analisis jalur *semiparametrik truncated spline*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan *insight* pada pemerintah, pihak bank, dan industri pembayaran digital untuk terus mengembangkan kualitas produk uang digital/elektronik agar budaya *cashless* dapat dilestarikan di masyarakat. Dengan begitu, kegiatan transaksi masyarakat ke depannya semakin mudah dan praktis seiring dengan berkembangnya kualitas produk uang elektronik yang ada. Bagi pengguna statistika, penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam menggunakan metode simulasi agar kedepannya banyak penelitian yang dapat dilakukan terlepas dari keterbatasan data yang ada.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan data bangkitan yang didasarkan pada data sekunder hasil kuesioner tiga variabel, yaitu *Product* (X), Digitalisasi Uang Elektronik (Y1) dan Perkembangan *Cashless Society* (Y2). Data ini diperoleh dari survei pada tahun 2021 dengan populasi nasabah Bank BNI yang menggunakan *Mobile Banking* di Jakarta dengan sampel yang diambil berukuran 100 responden. Penentuan banyak sampel didasarkan pada teori yang dikemukakan oleh Hair dkk. (2009) bahwa model yang menggunakan ≤ 7 variabel membutuhkan sampel setidaknya sebanyak 100.

Model penelitian yang digunakan dapat dilihat pada diagram jalur yang tersaji di Gambar 1. Analisis jalur *semiparametrik* dengan *resampling jackknife* akan diaplikasikan pada Gambar 1 yang memiliki tiga variabel eksogen, satu variabel endogen, dan satu variabel mediasi.



Gambar 1. Diagram Jalur Penelitian

Hubungan antarvariabel yang hendak diteliti pada penelitian ini telah melewati proses pengujian linieritas menggunakan Ramsey's RESET dan didapatkan bahwa hubungan Digitalisasi Uang Elektronik (Y_1) terhadap Perkembangan *Cashless Society* (Y_2) memiliki bentuk hubungan nonparametrik sedangkan sisanya memiliki hubungan linier (parametrik). Setelah itu, dibangkitkan data tiga variabel berdasarkan hasil analisis jalur *semiparametrik* dengan *resampling jackknife* pada data asli. Diagram jalur dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun simulasi data pada analisis jalur nonparametrik *truncated spline* menggunakan

software R dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (Puspitasari 2023):

- 1) Menggunakan data asli sebanyak $n=100$ sebagai dasar simulasi
- 2) Melakukan uji linieritas untuk mengetahui bentuk hubungan antar variabel.
- 3) Membangkitkan nilai pengamatan baru dengan mengikuti sebaran *uniform* $x_{ij} \sim U(0,1)$ untuk $j = 1,2,3, \dots, k$ dan $i = 1,2,3, \dots, n$.
- 4) Membuat diagram jalur seperti pada Gambar 1 dan dibentuk persamaan yang sesuai.
- 5) Menganalisis data asli untuk mendapatkan koefisien jalur dan didapatkan koefisien jalur pada masing-masing persamaan (1) dan (2).
- 6) Membangkitkan nilai residual yang diperoleh dari model persamaan jalur *semiparametrik truncated spline* sebagai berikut.

$$Y_{1i} = \beta_{01} + \beta_{11}X_{1i} + f(X_{1i}) + \varepsilon_{1i} \quad (1)$$

$$Y_{2i} = \beta_{02} + \beta_{12}X_{1i} + \beta_{22}Y_{1i} + \varepsilon_{2i} \quad (2)$$

dengan mengikuti sebaran normal multivariat di mana nilai tengah $E(\varepsilon) = 0$ (vektor berukuran n) dan matriks ragam-peragam $Var(\varepsilon) = \Sigma$ (matriks ukuran $n \times n$) serta diasumsikan homogen, dengan nilai σ^2 ditentukan dengan *error variance* sebesar 0,1; 0,5; dan 0,9.

- 7) Menetapkan nilai variabel endogen dan mediasi.
- 8) Membentuk data simulasi dengan cara menggabungkan variabel eksogen, mediasi, dan endogen yang telah didapatkan.

Berikut merupakan skenario model pendugaan fungsi pada data simulasi untuk mengetahui kombinasi fungsi yang kemungkinan terbentuk ketika dilakukan penggabungan model parametrik dan nonparametrik.

Tabel 1. Skenario Hubungan pada Data Simulasi

knot	ordo	Hubungan		
		$X_1 \rightarrow Y_1$	$X_1 \rightarrow Y_2$	$Y_1 \rightarrow Y_2$
1	1	parametrik	parametrik	nonparametrik
		parametrik	nonparametrik	parametrik
		nonparametrik	parametrik	parametrik
		parametrik	nonparametrik	nonparametrik
		nonparametrik	parametrik	nonparametrik
	2	parametrik	parametrik	parametrik
		parametrik	nonparametrik	nonparametrik
		nonparametrik	parametrik	parametrik
		parametrik	nonparametrik	nonparametrik
		nonparametrik	parametrik	nonparametrik
2	1	parametrik	parametrik	nonparametrik
		parametrik	nonparametrik	parametrik
		nonparametrik	parametrik	parametrik
		parametrik	nonparametrik	nonparametrik
		nonparametrik	parametrik	nonparametrik
	2	parametrik	parametrik	nonparametrik
		parametrik	nonparametrik	parametrik
		nonparametrik	parametrik	parametrik
		parametrik	nonparametrik	nonparametrik
		nonparametrik	parametrik	nonparametrik

knot	ordo	Hubungan		
		$X_1 \rightarrow Y_1$	$X_1 \rightarrow Y_2$	$Y_1 \rightarrow Y_2$
		nonparametrik	nonparametrik	parametrik

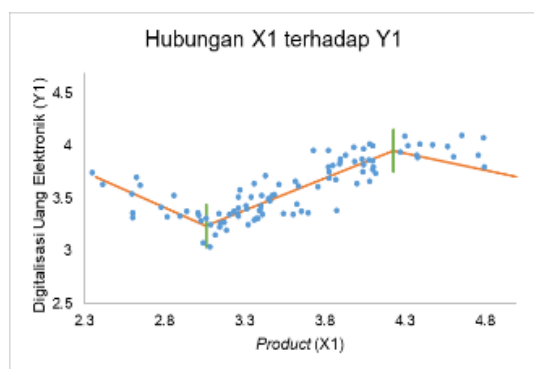
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Data Asli

Data dibangkitkan berdasarkan hasil analisis data sekunder yang sebelumnya telah dilakukan. Berdasarkan hasil analisis data asli didapatkan bahwa model terbaik yang dapat menjelaskan keragaman data adalah model jalur *semiparametrik truncated spline* ordo polinomial linier dengan dua titik knot yang dapat divisualisasikan sebagai berikut.

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat pada pola hubungan pengaruh antara *Product* (X_1) terhadap Digitalisasi Uang Elektronik (Y_1) bahwa terdapat dua titik *knot* sehingga data terbagi menjadi 3 *regime* (wilayah pada grafik), yaitu:

- Regime 1 : $X_1 < K_1 = 3,063$
 Regime 2 : $K_1 = 3,063 < X_1 < K_2 = 4,230$
 Regime 3 : $X_1 > K_2 = 4,230$



Gambar 2. Plot Hubungan X_1 terhadap Y_1

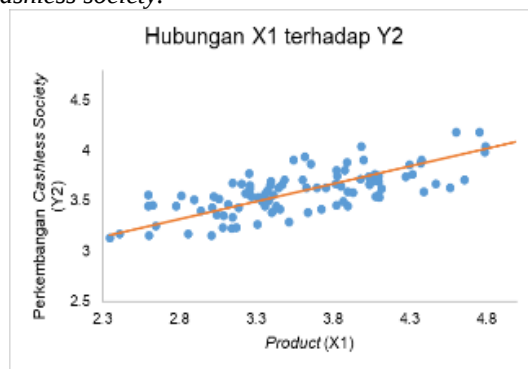
Dapat diketahui bahwa pola pengaruh *product* (X_1) terhadap digitalisasi uang elektronik (Y_1) dibagi menjadi tiga *regime*. Hal ini dapat diartikan bahwa ketika ketersediaan dan keterbaruan fitur produk *mobile banking* memiliki skor yang berada di kisaran 3,06 (titik *knot* 1) hingga 4,23 maka digitalisasi uang elektronik (Y_1) meningkat. Ketika skor produk melewati 4,23 (*knot* 2), digitalisasi uang elektronik (Y_1) menurun. Variabel *product* (X_1) adalah skor penilaian terhadap ketersediaan dan keterbaruan fitur *mobile banking*.

Makna dari hasil tersebut adalah ketika ketersediaan dan keterbaruan fitur produk dalam kategori kurang baik hingga cukup baik, yaitu kondisi pertama, maka nasabah kurang tertarik untuk menggunakan *mobile banking* yang mengakibatkan digitalisasi uang elektronik menurun. Sedangkan ketika produk *mobile banking* dalam kategori cukup baik hingga baik dari segi ketersediaan dan pembaruan fitur maka nasabah tertarik menggunakan *mobile banking*. Oleh karena itu pihak bank perlu memperhatikan ketersediaan fitur dan terus memperbarui fitur agar setidaknya dapat mencapai

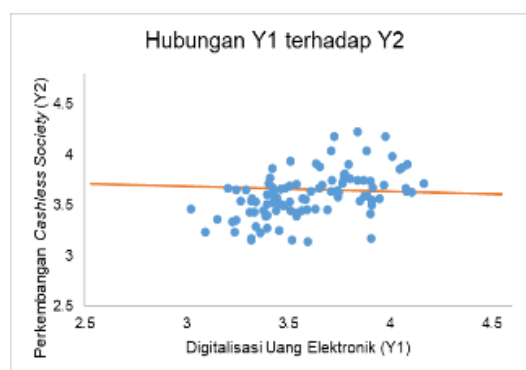
kategori baik supaya digitalisasi uang elektronik terus meningkat.

Ketersediaan dan keterbaruan fitur *mobile banking* dikatakan baik ketika nasabah menilai fitur *mobile banking* sesuai dengan ekspektasi nasabah dan nasabah merasa puas dengan fitur yang ada. Akan tetapi perlu diperhatikan bahwa ketika pihak bank terlalu sering melakukan pembaruan fitur, maka nasabah akan merasa jenuh dan sulit beradaptasi dengan kebaruan fitur yang ada. Hal ini dapat terlihat pada grafik ketika skor produk masuk dalam kategori baik hingga sangat baik maka peningkatan digitalisasi uang elektronik justru cenderung menurun.

Hubungan antara *Product* (X_1) terhadap Perkembangan *Cashless Society* (Y_2) bersifat linier positif dan dapat dilihat pada Gambar 3. Apabila *product* meningkat maka *cashless society* juga turut berkembang. Pihak bank diharapkan mampu terus meningkatkan kualitas *mobile banking* dengan terus memperbaiki fitur *mobile banking* agar nasabah bahkan masyarakat secara luas berminat menggunakan *mobile banking* pada setiap kegiatan transaksi. Dengan begitu, akan terjadi perkembangan *cashless society*.



Gambar 3. Plot Hubungan X_1 terhadap Y_2



Gambar 4. Plot Hubungan Y_1 terhadap Y_2

Hubungan antara Digitalisasi Uang Elektronik terhadap Perkembangan *Cashless Society* bersifat linier dan positif. Apabila digitalisasi uang elektronik meningkat maka *cashless society* juga turut berkembang. Pihak bank diharapkan mampu terus memperhatikan kenyamanan nasabah dalam menggunakan *mobile banking* dengan terus meningkatkan kualitas layanan fitur *mobile banking* agar nasabah bahkan masyarakat secara luas berminat

menggunakan *mobile banking* pada setiap kegiatan transaksi. Dengan begitu, akan terjadi perkembangan *cashless society*.

3.2 Analisis Data Simulasi

Analisis terkait perkembangan *cashless society* ingin dilakukan pada data yang disimulasikan berdasarkan hasil analisis data asli. Analisis menggunakan data simulasi diharapkan dapat menjelaskan berbagai macam keadaan yang dirancang. Pada penelitian ini digunakan data simulasi untuk melihat konsistensi penduga parameter jalur yang diuji menggunakan metode *resampling jackknife*. Berikut merupakan hasil pengujian kelayakan model untuk data simulasi dengan banyaknya anggota pada masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi Pada 24 Skenario dengan 10 Ulangan dan EV = 0,1;0,5;0,9

Model	Knot-or-do	EV	Replikasi (B)	R-Square				R ² max
				L1	L2	K1	K2	
PPN	1 knot - Linier	0,1	400	0,98	0,96	0,96	0,94	0,98
PNP	1 knot - Linier	0,1	400	0,98	0,97	0,95	0,95	0,98
NPP	1 knot - Linier	0,1	400	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
PNN	1 knot - Linier	0,1	400	0,94	0,90	0,92	0,88	0,94
NPN	1 knot - Linier	0,1	450	0,92	0,90	0,91	0,89	0,92
NNP	1 knot - Linier	0,1	350	0,92	0,90	0,91	0,89	0,92
PPN	2 knot - Linier	0,1	400	0,92	0,94	0,94	0,94	0,94
PNP	2 knot - Linier	0,1	450	0,93	0,96	0,94	0,94	0,96
NPP	2 knot - Linier	0,1	400	0,93	0,94	0,93	0,93	0,94
:	:	:	:	:	:	:	:	:
NPN	2 knot - Kuadrat	0,9	600	0,62	0,61	0,58	0,65	0,65
NNP	2 knot - Kuadrat	0,9	700	0,68	0,60	0,63	0,69	0,69

Keterangan :

- P : Hubungan Parametrik
- N : Hubungan Nonparametrik
- L1 : Linier 1 knot
- L2 : Linier 2 knot
- K1 : Kuadrat 1 knot
- K2 : Kuadrat 2 knot

Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa secara keseluruhan dapat ditangkap model sesuai dengan skenario model data bangkitan yang diinginkan. Nilai *R-Square* yang didapatkan mampu mencapai 0,84 dan tertinggi bisa sampai 0,999. Model terbaik pada penelitian ini diperoleh pada kemungkinan 2, yakni kombinasi hubungan Parametrik-Nonparametrik-Parametrik di mana model berordo linier dengan *knot* sebanyak dua, dengan EV sebesar 0,1 dan replikasi sebanyak 350. Pada kemungkinan 2 didapatkan *R-square* sebesar 0,999 yang berarti bahwa sebesar 99,99% keragaman data dapat dijelaskan oleh model sedangkan 0,01% lainnya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak

terdapat dalam model. Skenario model dengan *R-square* tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah kombinasi model PNP, NPP, PNN, NPN, dan NNP. Akan tetapi, secara keseluruhan konsistensi *resampling* dapat tercapai pada replikasi sebanyak 500 (B=500) pada keenam skenario model tersebut. Hasil bangkitan pada B=500 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsistensi Model Data Simulasi dengan B=500

Knot	Ordo	Hubungan	Rata-rata R-Square
1	1	PPN	0,8254
		PNP	0,8384
		NPP	0,8265
		PNN	0,7947
		NPN	0,7886
		NNP	0,7834
	2	PPN	0,8415
		PNP	0,8365
		NPP	0,8352
		PNN	0,7960
2	1	NPN	0,7838
		NNP	0,7807
		PPN	0,8426
		PNP	0,8409
		NPP	0,8300
		PNN	0,7880
	2	NPN	0,7936
		NNP	0,7865
		PPN	0,8425
		PNP	0,8398
		NPP	0,8388
		PNN	0,7879
		NPN	0,7883
		NNP	0,7895

Keterangan :

- P : Hubungan Parametrik
- N : Hubungan Nonparametrik

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan model yang memiliki nilai *R-square* tertinggi kombinasi hubungan parametrik pada hubungan $X_1 \rightarrow Y_1$, parametrik pada hubungan $X_1 \rightarrow Y_2$ dan nonparametrik pada hubungan $Y_1 \rightarrow Y_2$.

Model dengan melibatkan dua hubungan parametrik dan satu nonparametrik memiliki *R-square* lebih tinggi dibandingkan model yang melibatkan satu hubungan parametrik dan dua nonparametrik, yakni selisih sekitar 5%, dari 87% dengan 82%. Akan tetapi secara keseluruhan, data simulasi mampu menangkap keenam model pada masing-masing skenario ordo dan knot dengan baik. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai *R-Square* yang berkisar antara 0,7 hingga 0,85. Dapat disimpulkan bahwa data simulasi dengan replikasi *resampling* sebesar 500 dapat menghasilkan model dengan keragaman yang tinggi. *Summary* hasil simulasi dengan replikasi *resampling* sebesar 500 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Summary Hasil Simulasi Pada B=500

Hubungan	R-Square				Rata-rata Maksimum R ²
	L1	L2	K1	K2	
2P-1N	0,8301	0,8379	0,8377	0,8403	0,8715
2N-1P	0,7889	0,7894	0,7868	0,7885	0,8253

Keterangan :

P : Hubungan Parametrik
N : Hubungan Nonparametrik
L1 : Linier 1 knot
L2 : Linier 2 knot
K1 : Kuadratik 1 knot
K2 : Kuadratik 2 knot

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada replikasi sebesar 500 didapatkan nilai *R-Square* terbesar pada model dengan kombinasi dua hubungan parametrik dan satu hubungan nonparametrik. Didapatkan rata-rata *R-Square* sebesar 0,8715 yang artinya sebesar 87,15% keragaman data dapat dijelaskan oleh model sedangkan 12,85% sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

Pada skenario model dengan dua hubungan parametrik dan satu hubungan nonparametrik, didapatkan model terbaik pada ordo kuadratik dengan dua titik knot. Sedangkan pada model dengan satu hubungan parametrik dan dua hubungan nonparametrik, didapatkan model terbaik pada ordo linier dengan dua titik knot. Hal ini disebabkan karena model dengan dua hubungan nonparametrik memiliki kompleksitas lebih tinggi, terlebih pada model ordo kuadratik dengan dua titik knot. Dengan demikian model yang memiliki kompleksitas lebih tinggi memiliki *R-square* yang lebih kecil. Hasil *summary data* bangkitan pada masing-masing skenario *Error Variance* (EV) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Summary* Hasil Simulasi pada berbagai skenario EV dan replikasi

EV	Replikasi (B)	<i>R-Square</i>				<i>Maksimum R-Square</i>
		L1	L2	K1	K2	
0,1	400	0,90	0,91	0,90	0,91	0,94
0,5	550	0,83	0,84	0,83	0,84	0,87
0,9	600	0,68	0,68	0,69	0,68	0,72

Keterangan :

L1 : Linier 1 knot
L2 : Linier 2 knot
K1 : Kuadratik 1 knot
K2 : Kuadratik 2 knot

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa semakin kecil *error variance*, akan semakin meningkatkan *R-square* sehingga secara keseluruhan simulasi, *R-Square* maksimum didapatkan ketika EV=0,1 yakni sebesar 0,9458. Hal ini berarti sebesar 94,58% keragaman data dapat dijelaskan oleh model sedangkan 5,42% sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Di samping itu, dapat dilihat bahwa nilai *R-Square* seluruh model ketika EV=0,1 berada di atas 0,9 artinya keragaman yang ter jelaskan oleh model sangat tinggi sehingga membuktikan bahwa hasil simulasi terbaik adalah ketika EV sebesar 0,1.

Dapat dilihat bahwa model yang memiliki *R-Square* terbesar ketika EV sebesar 0,1 dan 0,5 adalah model berordo linier dengan 2 titik *knot*. Sedangkan pada EV sebesar 0,9 didapatkan nilai *R-Square* terbesar pada model kuadratik dengan 1 titik *knot*.

Dapat dilihat bahwa ketika EV=0,9 didapatkan nilai *R-square* yang hanya berkisar antara 0,6 hingga 0,7. Apabila dibandingkan dengan nilai *R-square* pada EV=0,1 dan EV=0,5 nilai ini merupakan nilai terkecil.

Konsistensi *resampling* saat EV=0,1 didapatkan ketika B=400. Hal ini berarti bahwa ketika EV sebesar 0,1 akan didapatkan selisih bias *resampling* terkecil ketika replikasi sebesar 400. Pada EV=0,5 didapatkan konsistensi *resampling* ketika B=550. Hal ini berarti bahwa ketika EV sebesar 0,5 akan didapatkan selisih bias *resampling* terkecil ketika replikasi sebesar 550. Pada EV sebesar 0,9 didapatkan konsistensi *resampling* ketika B=600. Hal ini berarti bahwa ketika EV sebesar 0,9 akan didapatkan selisih bias *resampling* terkecil ketika replikasi sebesar 600. Dapat disimpulkan bahwa seiring dengan meningkatnya EV, maka konsistensi *resampling* juga terjadi pada saat banyak replikasi bertambah. Di samping itu, semakin kecil EV maka semakin banyak keragaman data yang mampu ditangkap oleh model.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa secara keseluruhan analisis data simulasi, model terbaik yang dapat menjelaskan keragaman data adalah skenario model dengan satu hubungan nonparametrik dikarenakan tidak terlalu kompleks. Selain itu, skenario model yang dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan terkait perkembangan *cashless society* adalah kombinasi model *semiparametrik truncated spline* berordo linier dengan dua titik knot.

Saran yang bisa diberikan untuk mengembangkan masyarakat yang berbasis *cashless payment* berdasarkan hasil studi simulasi pada penelitian ini adalah diharapkan pihak memperhatikan ketersediaan fitur dan terus memperbarui fitur agar setidaknya dapat mencapai kategori baik supaya digitalisasi uang elektronik terus meningkat. Akan tetapi perlu diperhatikan bahwa ketika pihak bank terlalu sering melakukan pembaruan fitur, maka nasabah akan merasa jenuh dan sulit beradaptasi dengan kebaruan fitur yang ada, dengan begitu *cashless society* akan terus berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- AKBAR, A. AL, ALAMSYAH, H. DAN RISKI, R. 2020. Simulasi Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Universitas Dehasen Bengkulu Menggunakan Metode Monte Carlo. *Pseudocode* 7(1), hlm. 8–16. doi: 10.33369/pseudocode.7.1.8-16.
- ALZOUBI, H., ALSHURIDEH, M., KURDI, B.A., ALHYASAT, K. DAN GHAZAL, T. 2022. The effect of e-payment and online shopping on sales growth: Evidence from banking

- industry. *International Journal of Data and Network Science* 6(4), hlm. 1369–1380. doi: <http://dx.doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.5.014>.
- ARABADZHY, K., ZHARNIKOVA, V. DAN SOBOLEVA-TERESHCHENKO, O. 2021. Transformation of cashless payments in the European payment card market. *Management and entrepreneurship: trends of development* 1(15), hlm. 8–23. doi: 10.26661/2522-1566/2021-1/15-01.
- DANI, A.T.R., ADRIANINGSIH, N.Y., AINURROCHMAH, A. DAN SRININGSIH, R. 2021. Flexibility of Nonparametric Regression Spline Truncated on Data without a Specific Pattern. *Jurnal Litbang Edusaintech* 2(1), hlm. 37–43. doi: 10.51402/jle.v2i1.30.
- FERNANDES, A.A.R. DAN SOLIMUN. 2021. *Analisis Regresi dalam Pendekatan Fleksibel: Ilustrasi dengan Paket Program R*. Universitas Brawijaya Press.
- FIKRI ALGIFARI DAN SUMIJAN, S. 2021. Simulasi dalam Menganalisis Tingkat Pendapatan Penjualan Handphone dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, hlm. 136–141. doi: 10.37034/infec.v3i4.101.
- FINDARI, W.S. DAN NUGROHO, Y.A. 2019. ptimasi sistem antrian pada layanan kesehatan masyarakat menggunakan pendekatan simulasi. *urnal Manajemen Industri dan Logistik* 3(1).
- HAIR, J.F., W. C. BLACK, B. J. BABIN DAN R. E. ANDERSON. 2009. *Multivariate Data Analysis 7th Edition Pearson Prentice Hall*. 7th ed. Pearson Prentice Hall.
- HIDAYAT, M.F. 2017. *Analisis Path Nonparametrik Variabel Laten: Pendugaan Fungsi Dan Pengujian Hipotesis*. Malang: Universitas Brawijaya.
- HUTAHAEAN, H.D. 2018. Analisa simulasi monte carlo untuk memprediksi tingkat kehadiran mahasiswa dalam perkuliahan (studi kasus: STMIK pelita nusantara). *Journal Of Informatic Pelita Nusantara* 3(1).
- KATON, F. DAN YUNIATI, U. 2020. Fenomena Cashless Society Dalam Pandemi Covid-19 (Kajian Interaksi Simbolik Pada Generasi Milenial). *Jurnal Signal* 8(2), hlm. 134–145.
- LUKITO, S. DAN KHAIRUNNISA, K. 2022. Pengaruh Persepsi Kemudahan Dan Persepsi Keamanan Terhadap Cashless Society. *Jurnal Informasi Akuntansi (JIA)* 1(2). doi: 10.32524/jia.v1i2.588.
- PUSPITASARI, A.A. 2023. Pengembangan Fungsi Path Nonparametrik Truncated Spline Dan Kernel Pada Data Simulasi. Malang: Universitas Brawijaya.
- RAHAYU, T.K. 2019. Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Keuntungan Penjualan. *usamus Journal Of Research Information and Communication Technology* 2(1).
- SAPUTRA, M.B., ASTARI, A.A.E. DAN INDIANI, N.L. 2022. Analisis Penggunaan Cashless (E-Wallet) Sebagai Sarana Untuk Memutus Perkembangan Virus (Tinjauan Aspek Pemasaran Kelayakan Bisnis). *Nusantara Hasana Journal* 2(3), hlm. 254–260.
- SEPUTRI, W., SOEMITRA, A. DAN BI RAHMANI, N.A. 2022. Pengaruh Technology Acceptance Model terhadap Minat Mahasiswa Menggunakan Quick Response Code Indonesian Standard (QRIS) sebagai Cashless Society. *MES Management Journal* 2(1), hlm. 116–126. doi: 10.56709/mesman.v2i1.57.
- SYAHPUTRI, T.A., AZ-ZAHRA, T.S., SETIFANI, N.A., NINGRUM, K.P. DAN ROLLIAWATI, D. 2020. Pemodelan Dan Simulasi Proses Produksi Peralatan Bayi Pada Home Industri Puppy Putra Perdana. *JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer* 11(1), hlm. 24. doi: 10.24853/justit.11.1.24-31.
- TANNADY, H. 2020. Analisis Perbaikan Terhadap Antrian Pada Pom Bensin Rawalumbu. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 8(2). doi: 10.24912/jitiuntar.v8i2.7528.

Halaman ini sengaja dikosongkan