

EVALUASI MODEL REGRESI KUANTIL TAK BERSYARAT DENGAN PENDEKATAN PENYARINGAN SPASIAL

SRI AMALIYA



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Evaluasi Model Regresi Kuantil Tak Bersyarat dengan Pendekatan Penyaringan Spasial” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Sri Amaliya
G1501231047



RINGKASAN

SRI AMALIYA. Evaluasi Model Regresi Kuantil Tak Bersyarat Dengan Pendekatan Penyaringan Spasial. Dibimbing oleh ANIK DJURAI DAH dan BUDI SUSETYO.

Regresi kuantil tak bersyarat (UQR) merupakan pengembangan dari regresi kuantil bersyarat yang berfokus pada pengaruh peubah penjelas terhadap kuantil marginal (keseluruhan) dari peubah respon. Metode ini diestimasi melalui pendekatan *recentered influence function* (RIF). Implementasi metode ini dapat dilakukan menggunakan berbagai data misalnya data ekonomi. Salah satu data ekonomi tersebut adalah data PDRB.

Data PDRB dapat digunakan sebagai indikator atau gambaran atas kinerja ekonomi suatu wilayah. Pada banyak kasus data ini dapat mengandung pola atau efek spasial. Sehingga perlu metode yang dapat mengakomodasi efek tersebut namun tidak terbatas pada rata-rata saja. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah regresi kuantil tak bersyarat tersaring spasial (SF-UQR). SF-UQR merupakan pengembangan UQR dengan mengintegrasikan RIF dan penyaringan spasial untuk mengendalikan dependensi spasial melalui eigenvektor dari matriks pembobot spasial. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penduga parameter model UQR dan SF-UQR pada data simulasi dan menerapkan model terbaik hasil dari kajian data simulasi pada data PDRB di Indonesia tahun 2023.

Data empiris yang digunakan merupakan data *cross section* yang terdiri dari 514 observasi. Peubah yang digunakan yaitu peubah respon dan peubah penjelas. Peubah respon merupakan data PDRB Indonesia 2023. Peubah penjelas terdiri dari 5 peubah yang mencakup faktor sosial ekonomi. Pada kajian simulasi, data dibangkitkan mengikuti model *spatial autoregressive* (SAR) dengan dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Matriks pembobot spasial yang digunakan yaitu matriks circular world. Data yang dibangkitkan memiliki 3 variasi dependensi spasial dan 3 variasi jumlah amatan serta memiliki total 900 data set.

Kajian simulasi dilakukan dengan mengevaluasi model UQR dan SF-UQR berdasarkan nilai bias dan galat baku sisaan model pada kuantil 0,25, 0,50 dan 0,75. Hasil kajian simulasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa nilai bias dan galat baku sisaan model SF-UQR lebih kecil dibandingkan model UQR. Hal ini menunjukkan bahwa pentingnya mengakomodasi dependensi spasial yang ada dalam data. Sehingga model SF-UQR akan diterapkan pada data PDRB kabupaten/kota di Indonesia tahun 2023.

Kajian data empiris diawali dengan eksplorasi pada data PDRB, yang hasilnya menunjukkan adanya hubungan spasial. Kemudian dilakukan uji untuk konfirmasi dan hasilnya data PDRB ini mengandung dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Hasil kajian empiris menunjukkan pengaruh peubah penjelas pada peubah respon bervariasi pada berbagai kuantil dari distribusi marginal peubah respon. Pada taraf nyata 5%, peubah PAD berpengaruh nyata dan positif untuk setiap kuantil. Peubah UMK berpengaruh nyata untuk setiap kuantil namun arah pengaruhnya berbeda untuk beberapa kuantil, yaitu berpengaruh negatif pada kuantil 0,10, 0,25 dan 0,50 namun berubah positif pada kuantil 0,75 dan 0,90. Peubah JTK berpengaruh positif pada kuantil 0,50, 0,75 dan 0,90. Peubah IPM



berpengaruh positif pada kuantil 0,75 dan 0,90. Peubah PPM berpengaruh negatif pada kuantil 0,10 dan 0,25.

Nilai *adjusted-R²* tertinggi yang diperoleh adalah 0,67 dari nilai tau 0,75 dengan nilai galat baku sisaan paling kecil yaitu sebesar 0,96. Hal ini berarti bahwa pada pemodelan SF-UQR untuk kuantil 75% model dapat menggambarkan variasi kuantil marginal PDRB sebesar 67% dan 33 % sisanya dijelaskan oleh peubah lain di luar model.

Kata kunci: PDRB, *recentered influence function*, regresi kuantil tak bersyarat, regresi kuantil tak bersyarat tersaring spasial, penyaringan spasial.



SUMMARY

SRI AMALIYA. Evaluation of Unconditional quantile Regression with Spatial Filtering Approach. Supervised by ANIK DJURAIHAH and BUDI SUSETYO.

Unconditional Quantile Regression (UQR) is an extension of conditional quantile regression that focuses on the effects of explanatory variables on the marginal (overall) quantiles of the response variable. This method is estimated using the recentered influence function (RIF) approach. The implementation of this method can be applied to various types of data, including economic data. One example of such economic data is Gross Regional Domestic Product (GRDP).

GRDP data can be used as an indicator or representation of the economic performance of a region. In many cases, these data may contain spatial patterns or spatial effects. Therefore, a method is needed that can accommodate such effects while not being limited only to the mean. One method that can be applied is Spatially Filtered Unconditional Quantile Regression (SF-UQR). SF-UQR is an extension of UQR that integrates RIF and spatial filtering to control spatial dependence through eigenvectors derived from a spatial weight matrix. This study aims to evaluate the parameter estimators of the UQR and SF-UQR models using simulated data and to apply the best-performing model from the simulation study to GRDP data in Indonesia for the year 2023.

The empirical data used in this study are cross-sectional data consisting of 514 observations. The variables used include a response variable and explanatory variables. The response variable is Indonesia's GRDP data for 2023. The explanatory variables consist of 5 variables representing socio-economic factors. In the simulation study, the data were generated following a spatial autoregressive (SAR) model with spatial dependence and spatial heterogeneity. The spatial weight matrix used was a circular world matrix. The generated data included three levels of spatial dependence and three variations in sample size, resulting in a total of 900 datasets.

The simulation study was conducted by evaluating the UQR and SF-UQR models based on bias values and the residual standard errors of the models at the 0,25, 0,50, and 0,75 quantiles. The overall results of the simulation study show that the bias values and residual standard errors of the SF-UQR model are smaller than those of the UQR model. This finding indicates the importance of accommodating spatial dependence present in the data. Therefore, the SF-UQR model was applied to the GRDP data of regencies/municipalities in Indonesia in 2023.

The empirical analysis began with an exploration of the GRDP data, the results of which indicated the presence of spatial relationships. This was followed by confirmatory testing, which showed that the GRDP data contain both spatial dependence and spatial heterogeneity. The empirical results show that the effects of the explanatory variables on the response variable vary across different quantiles of the marginal distribution of the response variable. At the 5% significance level, the original local government revenue variable has a significant and positive effect at every quantile. The minimum wage variable is significant at every quantile, but its direction of effect differs across quantiles, being negative at the 0,10, 0,25, and 0,50 quantiles, and turning positive at the 0,75 and 0,90 quantiles. The number of workers variable has a positive effect at the 0,50, 0,75, and 0,90 quantiles. The

@HakCipta: Anik Djuraidah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



human development index variable has a positive effect at the 0,75 and 0,90 quantiles. The poverty rate variable has a negative effect at the 0,10 and 0,25 quantiles.

The highest adjusted R-squared value obtained was 0,67 at the 0,75 quantile, with the smallest residual standard error of 0,96. This means that, in the SF-UQR model at the 75th quantile, the model is able to explain 67% of the variation in the marginal quantile of GRDP, while the remaining 33% is explained by other variables outside the model.

Keywords: GRDP, recentered influence function, spatial filtering, spatially filtered unconditional quantile regression, unconditional quantile regression.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

EVALUASI MODEL REGRESI KUANTIL TAK BERSYARAT DENGAN PENDEKATAN PENYARINGAN SPASIAL

SRI AMALIYA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Magister Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D



Judul Tesis : Evaluasi Model Regresi Kuantil Tak Bersyarat Dengan Pendekatan Penyaringan Spasial

Nama : Sri Amaliya

NIM : G1501231047

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S.



Pembimbing 2:

Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T.

NIP 19750315 199903 1 004



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Bueno, M.Si., M.Kom.

NIP 19660702 199302 1 001



Tanggal Ujian:
(25 Juni 2026)

Tanggal Lulus:



- 

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Evaluasi Model Regresi Kuantil Tak Bersyarat Dengan Pendekatan Penyaringan Spasial”. Karya ilmiah ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Statistika dan Sains Data. Karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Anik Djuraidah, M.S. dan Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S. selaku komisi pembimbing yang telah membimbing, mendukung, mengarahkan serta selalu memotivasi penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini;
2. Ibu Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D selaku penguji luar komisi yang telah memberikan saran, kritik dan masukan yang sangat berharga demi penyempurnaan tesis ini;
3. Dosen dan Tenaga Pendidik Program Studi Statistika dan Sains Data IPB University yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta staf administrasi yang telah membantu kebutuhan administrasi penulis;
4. Bapak Badu Saman, Ibu Halia, Kakak Zamal Abdul Halim serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa dan motivasi demi kelancaran studi penulis;
5. Teman-teman mahasiswa pascasarjana program Magister Statistika dan Sains Data Angkatan 2023 atas bantuan, waktu dan kebersamaannya.
6. Seluruh pihak terkait yang telah membantu penulis dalam menyusun karya ilmiah ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Sri Amaliya



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Regresi Kuantil Tak Bersyarat (UQR)	4
2.2 Matriks Pembobot Spasial	5
2.3 <i>Random Effect Eigenvector Spatial Filtering</i> (RE-ESF)	6
2.4 Regresi Kuantil Tak Bersyarat dengan Penyaringan Spasial (SF-UQR)	7
III KAJIAN SIMULASI	9
3.1 Pembangkitan Data Simulasi	9
3.2 Prosedur Analisis Data	9
3.3 Hasil Kajian Simulasi	11
IV KAJIAN EMPIRIS	27
4.1 Data Empiris	27
4.2 Prosedur Analisis	27
4.3 Hasil Kajian Empiris	29
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	45

DAFTAR TABEL

1	Rataan dan simpangan baku nilai ρ dari data simulasi	12
2	Nilai bias penduga β_1 dari pendugaan parameter model pada kuantil 0,25	13
3	Nilai bias penduga β_2 dari pendugaan parameter model pada kuantil 0,25	15
4	Rangkuman nilai median galat baku sisaan pendugaan parameter model pada kuantil 0,25	16
5	Nilai bias penduga β_1 dari pendugaan parameter model pada kuantil 0,50	18
6	Nilai bias penduga β_2 dari pendugaan parameter model pada kuantil 0,50	19
7	Rangkuman nilai median galat baku sisaan pendugaan parameter model pada kuantil 0,50	21
8	Nilai bias penduga β_1 dari pendugaan parameter model pada kuantil 0,75	22
9	Nilai bias penduga β_2 dari pendugaan parameter model pada kuantil 0,75	24
10	Rangkuman nilai median galat baku sisaan pendugaan parameter model pada kuantil 0,75	25
11	Peubah yang digunakan dalam penelitian	27
12	Koefisien kemenjuluran dan kelancipan peubah respon dan peubah penjelas	29
13	Ringkasan statistik dari peubah yang digunakan dalam penelitian	31
14	Nilai VIF dari peubah penjelas	32
15	Ringkasan hasil optimasi parameter matriks pembobot spasial	33
16	Hasil uji efek spasial	33
17	Dugaan parameter model SF-UQR	35
18	Evaluasi model SF-UQR	37

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir data simulasi	11
2	Sebaran nilai $\hat{\rho}$ pada data simulasi	12
3	Perbandingan nilai dugaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ untuk penduga β_1 pada kuantil 0,25	13
4	Perbandingan nilai dugaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ untuk penduga β_2 pada kuantil 0,25	14
5	Perbandingan nilai galat baku sisaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ pada kuantil 0,25	16
6	Perbandingan nilai dugaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ untuk penduga β_1 pada kuantil 0,50	17
7	Perbandingan nilai dugaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ untuk penduga β_2 pada kuantil 0,50	19
8	Perbandingan nilai galat baku sisaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ pada kuantil 0,50	20
9	Perbandingan nilai dugaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ untuk penduga β_1 pada kuantil 0,75	22
10	Perbandingan nilai dugaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ untuk penduga β_2 pada kuantil 0,75	23
11	Perbandingan nilai galat baku sisaan model UQR dan SF-UQR pada $n = 129$, $n = 258$ dan $n = 516$ pada kuantil 0,75	25
12	Diagram alir data empiris	28
13	Diagram kotak garis peubah respon dan peubah penjelas (a) tanpa transformasi (b) transformasi log	30
14	Sebaran log PDRB kabupaten/kota di Indonesia tahun 2023	30
15	Plot korelasi hubungan peubah respon dan peubah penjelas	32
16	Peta vektor ciri (a) e_1 (b) e_{180} (c) e_{220} (peta tidak berskala)	34
17	Dugaan parameter model SF-UQR pada selang kepercayaan 95% untuk setiap kuantil	36

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Nilai akar ciri hasil penyaringan spasial matriks pembobot spasial	43
2	Lampiran 2 Distribusi spasial kontribusi peubah penjelas yang nyata terhadap kuantil distribusi PDRB	44



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.