

**ESTIMATOR NADARAYA-WATSON DENGAN
FUNGSI KERNEL *EPANECHNIKOV* DAN
FUNGSI KERNEL KUARTIK**

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



Diajukan oleh:

Ihya Ulinnuha
15610030

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Kepada:

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2019



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ihya Ulinnuha

NIM : 15610030

Judul Skripsi : Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel *Epanechnikov* dan Fungsi Kernel Kuartik

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang matematika.

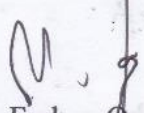
Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 29 November 2019

Pembimbing


Moh. Farhan Oudratullah, M. Si.

NIP. 19790922 200801 1 011



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-5170/Un.02/DST/PP.00.9/12/2019

Tugas Akhir dengan judul : ESTIMATOR NADARAYA-WATSON DENGAN FUNGSI KERNEL
EPANECHNIKOV DAN FUNGSI KERNEL KUARTIK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : IHYA ULINNUHA
Nomor Induk Mahasiswa : 15610030
Telah diujikan pada : Selasa, 10 Desember 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si
NIP. 19790922 200801 1 011

Penguji I

Penguji II

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19750912 200801 2 015

Dr. Sugyanto, S.Si., M.Si
NIP. 19800505 200801 1 028

Yogyakarta, 10 Desember 2019
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ihya Ulinnuha

NIM : 15610030

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar. Sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 29 November 2019



IHYA ULINNUHA
NIM: 15610030

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karyaku ini kupersembahkan untuk,

Bapak dan Ibu tercinta,

Akhmad Saekhu dan Ani Khumaeroh.

Adik-adikku tersayang,

Fateeh Sabila Rizky dan Rasyiq Zidan Al-Fidaai.

Berkat doa, doa dan doa,

serta semangat yang tak henti-hentinya yang mengalir,
kepadaku.

Keluarga Besar Matematika Angkatan 2015 UIN-SUKA,

yang telah menjadi keluarga di tanah perantauan ini.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

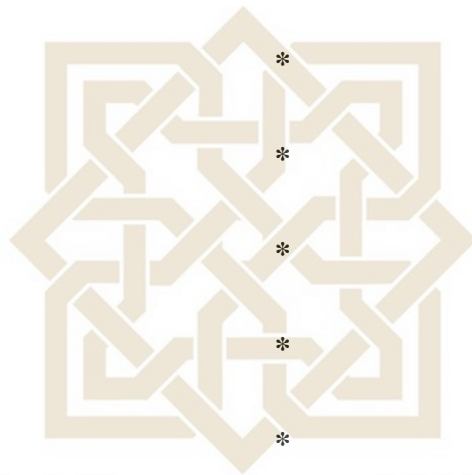
Almamater tercinta,

Program Studi Matematika,

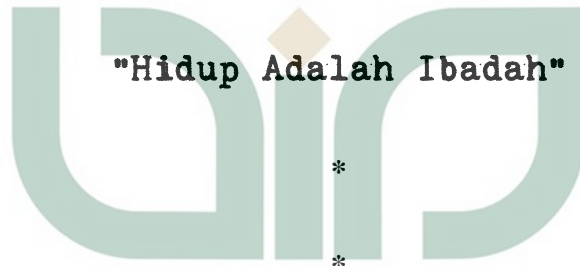
Fakultas Sains dan Teknologi,

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

MOTTO



"Hidup Adalah Ibadah"



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin. Berkat rahmat, hidayah serta karunia Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel *Epanechnikov* dan Fungsi Kernel Kuartik”. Sholawat serta salam tak lupa senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad *Shalallahu 'Alaihi wa Sallam*, keluarga, dan sahabat beliau, yang senantiasa kita nantikan *syafa'atnya* kelak. *Aamiin.*

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat baik secara material maupun spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada

1. Prof. Drs. KH. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Murtono, M. Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S. Si., M. Si., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik Matematika angkatan 2015.
4. M. Farhan Qudratullah, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan waktu, arahan, serta memotivasi penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

5. Dosen dan Staf Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, atas ilmu dan pelayanan selama perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini terselesaikan.
6. Bapak Akhmad Saekhu dan Ibu Ani Khumaeroh, selaku orangtua penulis yang tak lelah memberikan doa, semangat, dukungan, motivasi, dan segalanya hingga selesainya tugas akhir ini.
7. Fateeh Sabila Rizky dan Rasyiq Zidan Al-Fidaai, selaku adik-adik penulis yang telah memberikan doa dan semangat sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Syavira Zal Shabylla, selaku orang terdekat penulis yang telah memberikan semangat serta doa hingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
9. Sahabat OT (Hambali, Icus, Resa, Wahyu, Agus, Anggar, Karin, Ulfa, Anis, dan Chusna), kalian memang *the best*.
10. Keluarga Papringan Sejahtera (Sultan Rosyid alias Mas Idok, BangSatrio, Yusrianto, Agung *the jak*, Dikek BW, Mas Ipulitas, Kanjai Malik, dan Gus Islah) yang telah menemani makan dan minum sehari-hari.
11. Keluarga Besar Matematika 2015, yang telah memberikan kenangan indah dan semoga tetap menjaga kehangatan kekeluargaan ini dimanapun kalian berada.
12. Sahabat KKN 219 Gedang Kluthuk, Kanigoro, Saptosari, Gunungkidul, keluarga seataap 2 bulan dan semoga tetap menjaga kekeluargaannya.
13. Sahabat IMKEY (Ikatan Mahasiswa Kendal Yogyakarta).
14. Sahabat hidup.

Semoga keimanan, kesehatan, dan kebahagiaan selalu menyertai orang-orang spesial ini. *Aamiin*.

Yogyakarta, 27 November 2019

Penulis



DAFTAR ISI

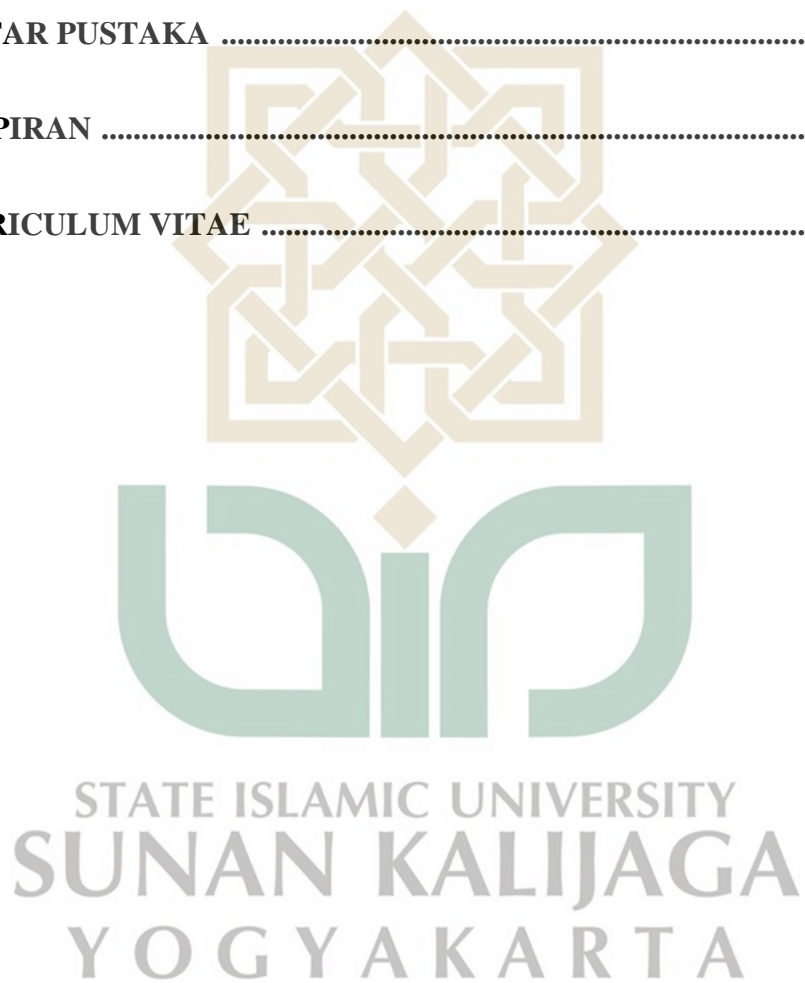
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
INTISARI	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	6

1.3	Batasan Masalah	7
1.4	Tujuan Penelitian	7
1.5	Manfaat Penelitian	8
1.6	Tinjauan Pustaka	9
1.7	Sistematika Penulisan	11
BAB II LANDASAN TEORI		13
2.1	Teori Probabilitas	13
	2.1.1 Pengertian Probabilitas	13
	2.1.2 Probabilitas (Peluang)	15
2.2	Variabel Random	15
	2.2.1 Variabel Random Diskrit dan Fungsi Probabilitas Diskrit	16
	2.2.2 Variabel Random Diskrit dan Fungsi Probabilitas Diskrit	17
2.3	Fungsi Densitas	18
2.4	Ekspektasi dan Variansi Variabel Random	18
2.5	Distribusi Peluang Bersama	20
2.6	Distribusi Bersyarat	22
2.7	Ekspektasi dan Variansi Bersyarat	23
2.8	Integral Tak Wajar	25
2.9	Analisis Regresi	25
	2.9.1 Model Analisis Regresi	26
	2.9.2 Analisis Regresi Linear Sederhana	28
	2.9.3 Analisis Regresi Linear Berganda	30
2.10	Analisis Regresi Nonparametrik	31

2.11	Estimator Densitas Kernel	34
2.12	Regresi Kernel	37
2.13	<i>Mean Square Error</i> (MSE)	39
2.14	Pemilihan <i>Bandwidth</i> pada Fungsi Kernel	40
2.15	Deret Taylor	42
2.16	Kemiskinan	45
2.16.1	Penduduk Miskin	45
2.16.2	Jenis Data Kemiskinan	47
2.16.3	Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		51
3.1	Metode Penelitian	51
3.2	Metode Pengumpulan Data	51
3.3	Variabel Penelitian dan <i>Software</i> Penelitian	52
3.4	Tahapan Analisis Data	52
3.5	<i>Flowchart</i>	54
BAB IV PEMBAHASAN		55
4.1	Regresi Nonparametrik	55
4.2	Regresi Nonparametrik Kernel	56
4.3	Estimator Nadaraya-Watson	59
4.4	Penerapan Estimator Nadaraya-Watson pada Fungsi Kernel	62
4.4.1	Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel	
	<i>Epanechnikov</i>	63
4.4.2	Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Kuartik	64

4.5	Estimasi Bias dan Variansi	65
4.5.1	Estimasi Bias dan Variansi pada Fungsi Kernel	
	<i>Epanechnikov</i>	71
4.5.2	Estimasi Bias dan Variansi pada Fungsi Kernel Kuartik	77
4.6	<i>Mean Square Error</i> (MSE)	84
4.6.1	MSE pada Fungsi Kernel <i>Epanechnikov</i>	85
4.6.2	MSE pada Fungsi Kernel Kuartik	85
4.7	<i>Mean Integrated Square Error</i> (MISE)	86
4.8	Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum	87
4.8.1	Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum pada Fungsi Kernel	
	<i>Epanechnikov</i>	91
4.8.2	Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum pada Fungsi Kernel Kuartik ..	91
BAB V STUDI KASUS		92
5.1	Deskripsi Data	92
5.2	Hubungan Antar Variabel	97
5.3	Pemilihan <i>Bandwidth</i>	99
5.3.1	Pemilihan <i>Bandwidth</i> pada Fungsi Kernel <i>Epanechnikov</i>	100
5.3.2	Pemilihan <i>Bandwidth</i> pada Fungsi Kernel Kuartik	101
5.4	Estimator Nadaraya-Watson	101
5.4.1	Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel	
	<i>Epanechnikov</i>	102
5.4.2	Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Kuartik	106
5.5	Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi	109

5.6 Perbandingan nilai <i>Mean Square Error</i> (MSE)	113
BAB VI PENUTUP	115
6.1 Kesimpulan	115
6.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	121
CURRICULUM VITAE	140



DAFTAR TABEL

1.1	Tinjauan Pustaka	10
2.1	Macam-macam Fungsi Kernel	36
4.1	Fungsi Kernel yang Digunakan	59
4.2	Tabel Nilai $\mu_2(K)$ dan $R(K)$ Fungsi Kernel	90
5.1	Tabel Kabupaten/ Kota Provinsi Jawa Tengah	92
5.2	Nilai <i>Bandwidth</i> “ <i>Rule of Thumb</i> ” Kernel <i>Epanechnikov</i>	100
5.3	Nilai <i>Bandwidth</i> “ <i>Rule of Thumb</i> ” Kernel Kuartik	101
5.4	Nilai <i>Mean Square Error</i> (MSE)	114



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

2.1	Perbedaan Nilai <i>Bandwidth</i>	41
5.1	Diagram Batang Presentase Kemiskinan	94
5.2	Diagram Batang Tingkat Pengangguran	95
5.3	Diagram Batang Rata-rata Lama Sekolah	96
5.4	<i>Scatterplot</i> Hubungan $Y \sim X_1$	97
5.5	<i>Scatterplot</i> Hubungan $Y \sim X_2$	98
5.6	Kurva Estimasi Regresi Kernel <i>Epanechnikov Bandwidth</i> Optimal	103
5.7	Kurva Estimasi Regresi Kernel <i>Epanechnikov Bandwidth</i> = 1	104
5.8	Kurva Estimasi Regresi Kernel <i>Epanechnikov Bandwidth</i> = 5	105
5.9	Kurva Estimasi Regresi Kernel Kuartik <i>Bandwidth</i> Optimal	107
5.10	Kurva Estimasi Regresi Kernel Kuartik <i>Bandwidth</i> = 1	108
5.11	Kurva Estimasi Regresi Kernel Kuartik <i>Bandwidth</i> = 5	109
5.12	Perbandingan Kurva Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan <i>Bandwidth</i> Optimal	110
5.13	Perbandingan Kurva Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan <i>Bandwidth</i> = 1	111
5.14	Perbandingan Kurva Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan <i>Bandwidth</i> = 5	112

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Presentase Penduduk Miskin Jawa Tengah Tahun 2017	122
Lampiran 2	Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Jawa Tengah	123
Lampiran 3	Rata-rata Lama Sekolah Provinsi Jawa Tengah	124
Lampiran 4	<i>R-Script</i> Diagram Batang dan <i>Scatterplot</i>	125
Lampiran 5	<i>R-Script</i> Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimal	126
Lampiran 6	<i>Output</i> R-Studio Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimal	127
Lampiran 7	<i>Source Code</i> Matlab Estimasi Nadaraya-Watson	128
Lampiran 8	<i>Source Code</i> Matlab Kurva Data Hasil Estimasi	134
Lampiran 9	Tabel Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan <i>Bandwidth</i> Optimal	137
Lampiran 10	Tabel Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan <i>Bandwidth</i> (h) = 1	138
Lampiran 11	Tabel Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan <i>Bandwidth</i> (h) = 5	139

DAFTAR SIMBOL

$m(x_i)$ = fungsi regresi nonparametrik

Y_i = variabel dependen

X_i = variabel independen

ε_i = galat

$E(Y)$ = ekspektasi variabel Y

$\text{var}(Y)$ = variansi variabel Y

n = jumlah data sampel

$f_h(x)$ = fungsi densitas peluang

$K(u)$ = fungsi Kernel

$\phi(x)$ = fungsi distribusi normal standar

ν = kernel order ke- ν

I = fungsi indikator

h = *bandwidth*

\hat{Y}_i = estimasi Y

∞ = tak hingga

MSE = *Mean Square Error*

$MISE$ = *Mean Integrated Square Error*

ESTIMATOR NADARAYA-WATSON DENGAN FUNGSI KERNEL *EPANECHNIKOV* DAN FUNGSI KERNEL KUARTIK

Oleh: Ihya Ulinuha (15610030)

INTISARI

Analisis regresi adalah alat analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel yaitu variabel dependen dengan variabel independen. Untuk menyelesaikan suatu analisis regresi dapat dilakukan dengan dua pendekatan, salah satunya pendekatan model regresi nonparametrik. Dalam regresi nonparametrik, bentuk kurva regresi tidak diketahui dan diharapkan dapat mencari sendiri bentuk estimasinya. Estimasi fungsi regresi nonparametrik dilakukan berdasarkan data pengamatan dengan menggunakan teknik *smoothing*. Salah satu teknik *smoothing* tersebut adalah menggunakan estimator kernel.

Pada penelitian ini, peneliti membahas salah satu estimator kernel yaitu estimator Nadaraya-Watson yang akan mengestimasi dua fungsi kernel yaitu fungsi kernel *epanechnikov* dan fungsi kernel kuartik. Selanjutnya kedua fungsi yang diestimasi tersebut digunakan untuk menganalisis data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2017. Peneliti menggunakan kriteria nilai *Mean Square Error* (MSE) dalam mengukur ketepatan estimator.

Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai MSE untuk fungsi kernel *epanechnikov* sebesar 11,3438 dan untuk fungsi kernel kuartik sebesar 12,1346. Pada kasus ini, dapat disimpulkan bahwa pada data studi kasus yang dianalisis peneliti menunjukkan estimasi regresi kernel kuartik lebih baik daripada estimasi regresi kernel *epanechnikov*.

Kata kunci: Nadaraya-Watson, Kernel *Epanechnikov*, Kernel Kuartik, *MSE*.

NADARAYA-WATSON ESTIMATOR WITH KERNEL EPANECHNIKOV FUNCTION AND QUARTIC KERNEL FUNCTION

By: Ihya Ulinnuha (15610030)

ABSTRACT

Regression analysis is a statistical analysis tool used to determine the relationship between variables, the dependent variable and the independent variable. To complete a regression analysis can be done with two approaches, one of them is the nonparametric regression model approach. In nonparametric regression, the shape of the regression curve is unknown and is expected to find its own estimation form. The estimated nonparametric regression function is based on observational data using smoothing techniques. One such smoothing technique is using a kernel estimator.

In this study, the researcher discusses one of the kernel estimators, the Nadaraya-Watson estimator, which will estimate two kernel functions, the epanechnikov kernel function and the quartic kernel function. Furthermore, the two estimated functions are used to analyze poverty data in Central Java in 2017. The researcher uses the Mean Square Error (MSE) value criteria in measuring the accuracy of the estimator.

The analysis results obtained indicate that the MSE value for the epanechnikov kernel function is 11.33438, and for the quartic kernel function it is 12.1346. In this case, it can be concluded that the case study data analyzed by researchers showed that estimation of quartic kernel regression is better than estimation of epanechnikov kernel regression.

Keywords: Nadaraya-Watson, Epanechnikov Kernel, Quartic Kernel, MSE.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Statistik dipakai untuk menyatakan kumpulan fakta, umumnya berbentuk angka yang disusun dalam tabel atau diagram yang melukiskan atau menggambarkan suatu persoalan (Sudjana, 1996). Sementara statistika adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari sekumpulan konsep dan metode pengumpulan, penyajian, analisis, dan interpretasi data, sampai pada pengambilan keputusan pada situasi dimana terdapat ketidakpastian (Qudratullah, 2013). Sedangkan menurut (Sudjana, 1996), menyatakan statistika adalah ilmu yang terdiri dari teori dan metode yang merupakan cabang dari matematika terapan dan membicarakan tentang bagaimana mengumpulkan data, bagaimana meringkas data, mengolah dan menyajikan data, bagaimana menarik kesimpulan dari hasil analisis, bagaimana menentukan keputusan dalam batas-batas resiko tertentu berdasarkan strategi yang ada. Statistika sebagai pengetahuan berhubungan dengan cara-cara pengumpulan fakta, pengolahan serta pembuatan keputusan yang cukup beralasan berdasarkan fakta dan analisa yang dilakukan (Sudjana, 1996).

Statistika menurut tingkat atau tahapan kegiatannya dibagi menjadi dua kelompok, yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensia (Khasanah, 2016). Statistika deskriptif adalah bagian dari statistika yang mempelajari cara pengumpulan data dan penyajian data sehingga mudah dipahami. Statistika

deskriptif hanya berhubungan dengan hal menguraikan atau memberikan keterangan-keterangan mengenai suatu data atau keadaan atau fenomena. Dengan kata lain, statistika deskriptif berfungsi menerangkan keadaan, gejala, atau persoalan. Penarikan kesimpulan pada statistika deskriptif (jika ada) hanya ditujukan pada kumpulan data yang ada. Didasarkan pada ruang lingkup bahasannya, statistika deskriptif mencakup distribusi frekuensi beserta bagian-bagiannya seperti grafik distribusi (histogram, poligon frekuensi, dan ogif), ukuran nilai pusat (rata-rata, median, modus, kuartil dan sebagainya), ukuran dispersi (jangkauan, simpangan rata-rata, variasi, simpangan baku, dan sebagainya), kemencengan dan keruncingan kurva (Hasan, 2001). Sementara itu, statistika inferensia adalah statistika yang menyediakan aturan atau cara yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan, membuat ramalan, dan penaksiran. Dengan kata lain, statistika inferensia adalah metode yang berhubungan dengan analisis data pada sampel dan hasilnya dipakai untuk generalisasi pada populasi yang bertujuan untuk melakukan estimasi, menguji hipotesis, dan mengambil keputusan (Nisfiannoor, 2009).

Pada statistika inferensia, dapat dibagi ke dalam dua golongan, yaitu statistika parametrik dan statistika nonparametrik. Statistika parametrik adalah suatu penggunaan teknik yang didasarkan pada asumsi bahwa data yang diambil mempunyai distribusi normal dan jenis data yang digunakan adalah data berjenis interval atau rasio. Sedangkan statistika nonparametrik adalah suatu penggunaan teknik yang tidak mengharuskan data yang diambil mempunyai distribusi normal atau jenis data yang digunakana adalah data berjenis nominal atau ordinal.

Pada statistika inferensia baik itu statistika parametrik maupun statistika nonparametrik dapat dilakukan suatu analisis data. Biasanya analisis yang dilakukan untuk mengetahui hubungan dua variabel atau lebih adalah analisis regresi. Analisis regresi sendiri secara umum merupakan alat analisis statistik yang memanfaatkan hubungan antara dua variabel atau lebih dengan tujuan untuk membuat perkiraan atau prediksi yang dapat dipercaya untuk nilai suatu variabel (disebut variabel terikat atau dependen), jika nilai variabel lain yang berhubungan dengannya diketahui disebut sebagai variabel bebas atau independen (Qudratullah, 2013). Dengan kata lain, analisis regresi merupakan teknik untuk membangun persamaan dimana persamaan tersebut dapat menggambarkan hubungan dua atau lebih variabel dan menaksir nilai variabel dependen berdasar pada nilai tertentu variabel independennya (Algifari, 2000). Adapun variabel pada persamaan analisis regresi adalah variabel dependen dan variabel independen, dimana variabel dependen (Y) adalah variabel yang nilainya tergantung dari nilai variabel lain, sedangkan variabel independen (X) adalah variabel yang nilainya tidak tergantung dari variabel lain (Algifari, 2000).

Untuk menyelesaikan suatu analisis regresi, dapat dilakukan dengan dua model pendekatan yaitu pendekatan model regresi parametrik dan pendekatan model regresi nonparametrik. Pendekatan model regresi parametrik sering dilakukan, dikarenakan kemudahan dalam estimasinya akan tetapi, pendekatan parametrik sangat terikat dengan asumsi-asumsi antara lain *error* berdistribusi normal, *homokedastisitas*, non-autokorelasi serta antara variabel dependen dan variabel independen tidak terjadi multikolinearitas. Sehingga jika suatu

permasalahan dimodelkan menggunakan pendekatan parametrik, akan tetapi model yang didapatkan asumsi-asumsinya tidak terpenuhi, tentunya model tersebut akan menjadi bias untuk digunakan.

Pada model regresi parametrik mempunyai asumsi yang sangat kaku seperti yang sudah dijelaskan di atas, dan bentuk kurva regresi telah diketahui, misalnya linear, kuadratik, kubik, eksponensial dan lain-lain. Sedangkan dalam regresi nonparametrik bentuk kurva regresi tidak diketahui, data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasinya sehingga memiliki fleksibilitas yang tinggi (Sukarsa & Srinadi, 2012). Estimasi fungsi regresi nonparametrik dilakukan berdasarkan data pengamatan dengan menggunakan teknik *smoothing*. Terdapat beberapa teknik *smoothing* dalam model regresi nonparametrik antara lain histogram, estimator kernel, deret orthogonal, estimator *spline*, *k-NearestNeighbor*, deret *fourier*, dan *wavelet* (Eubank, 1998).

Estimasi densitas kernel adalah suatu metode estimasi terhadap fungsi densitas yang belum diketahui dengan menggunakan fungsi kernel. Estimator Kernel merupakan pengembangan dari estimator histogram. Estimator kernel diperkenalkan oleh Rosenbalt (1956) dan Parzen (1962) sehingga disebut estimator densitas kernel Rosenbalt-Parzen (Hardle, 1994). Penghalusan dengan estimasi kernel yang selanjutnya dikenal sebagai penghalusan kernel (*kernel smoothing*) yang sangat bergantung pada fungsi kernel dan *bandwidth* (Hardle, 1994). Terdapat beberapa jenis fungsi kernel, antara lain fungsi kernel *Uniform*, *Triangle*, *Epanechnikov*, Kuartik, *Triweight*, *Cosinus*, dan *Gaussian*.

Pada penelitian ini akan digunakan estimator kernel Nadaraya-Watson yang akan mengestimasi fungsi kernel. Estimator kernel Nadaraya-Watson tersebut akan diterapkan pada beberapa fungsi kernel yaitu fungsi kernel *Epanechnikov* dan fungsi kernel Kuartik. Tidak ada alasan yang signifikan mengapa penulis menggunakan kedua fungsi tersebut. Penelitian ini pada akhirnya akan menunjukkan perbedaan hasil yang diperoleh diantara kedua fungsi kernel yang telah dipilih penulis.

Pada implementasinya, penulis mengambil masalah yang dapat diselesaikan dengan analisis regresi nonparametrik kernel dengan menggunakan estimator Nadaraya-Watson, mengenai permasalahan kemiskinan yang ada di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017. Kemiskinan merupakan salah satu persoalan mendasar yang dihadapi oleh negara-negara berkembang di dunia. Di Indonesia, khususnya di Jawa Tengah, persoalan yang sama juga menjadi fokus perhatian pemerintah dan masyarakat. Faktor-faktor yang akan penulis angkat pada penelitian kali ini adalah keterhubungan antara tingkat pengangguran dan rata-rata lama sekolah terhadap tingkat kemiskinan yang ada di Jawa Tengah.

Kemiskinan adalah keadaan dimana terjadi ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar seperti makanan, pakaian, tempat berlindung, pendidikan, dan kesehatan. Kemiskinan dapat disebabkan oleh kelangkaan alat pemenuh kebutuhan dasar, ataupun sulitnya akses terhadap pendidikan dan pekerjaan. Tak dapat dipungkiri bahwa tingkat pengangguran merupakan suatu hal yang sangat mempengaruhi kemiskinan. Pengangguran adalah angkatan kerja yang belum mendapat kesempatan bekerja, tetapi sedang mencari pekerjaan atau orang

yang tidak mencari pekerjaan karena merasa tidak mungkin memperoleh pekerjaan. Dengan tidak bekerja otomatis tidak menghasilkan uang, dan tentunya sangat mempengaruhi kemiskinan itu sendiri. Faktor kedua yang penulis angkat adalah faktor pendidikan, yaitu rata-rata lama sekolah. Faktor ini ada hubungannya dengan IPM (Indeks Pembangunan Manusia), dimana angka harapan sekolah digunakan oleh pemerintah untuk mengukur pencapaian pembangunan manusia dari segi pendidikan. Apabila angka harapan sekolah tinggi maka indeks pembangunan manusia juga tinggi, sehingga kualitas hidup manusia juga semakin baik. Oleh karena itu penulis bermaksud ingin mengangkat permasalahan keterhubungan antara tingkat pengangguran dan rata-rata lama sekolah terhadap tingkat kemiskinan yang ada di Jawa Tengah tahun 2017.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang masalah diatas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah analisis regresi kernel menggunakan estimator Nadaraya-Watson?
2. Bagaimana perbandingan hasil regresi antara fungsi kernel *Epanechnikov* dan fungsi kernel Kuartik yang diestimasi menggunakan estimator Nadaraya-Watson, yang diimplementasikan terhadap studi kasus kemiskinan yang ada di Jawa Tengah tahun 2017?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, pembahasan teori dan analisis data dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Fungsi regresi yang akan diestimasi adalah fungsi regresi nonparametrik kernel dengan fungsi-fungsinya adalah sebagai berikut:
 - a. Fungsi regresi kernel *Epanechnikov*
 - b. Fungsi regresi kernel Kuartik
2. Estimator yang akan digunakan dalam mengestimasi fungsi regresi kernel adalah estimator Nadaraya-Watson.
3. Kriteria pemilihan model terbaik adalah dengan menggunakan kriteria nilai MSE (*Mean Square Error*).
4. Pemilihan *bandwidth* optimum adalah dengan menggunakan metode pemilihan *bandwidth* “*Rule of Thumb*”.
5. Penulis menggunakan bantuan *software* SPSS, R Studio, dan Matlab R16a dalam menunjang kegiatan analisis data.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui langkah-langkah analisis regresi kernel menggunakan estimator Nadaraya-Watson.
2. Mengetahui perbandingan hasil regresi antara fungsi kernel *Epanechnikov* dan fungsi kernel Kuartik yang diestimasi menggunakan estimator Nadaraya-Watson yang diimplementasikan terhadap studi kasus kemiskinan yang ada di Jawa Tengah tahun 2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis setelah selesai penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Penulis

1. Mengetahui dan memahami lebih dalam mengenai disiplin ilmu statistika yaitu analisis regresi nonparametrik kernel.
2. Mengetahui dan memahami langkah-langkah dan hasil estimasi fungsi regresi kernel menggunakan estimator Nadaraya-Watson.
3. Mengaplikasikan model regresi nonparametrik kernel dalam kehidupan sehari-hari dengan studi kasus yang telah diangkat penulis.

b. Bagi Lembaga

1. Sumbangan referensi khususnya pada bidang statistika di Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Sumbangan referensi bagi universitas atau lembaga lain dengan harapan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alat penunjang penelitian dengan baik.

c. Bagi Pembaca

1. Memberikan pengetahuan mengenai langkah-langkah serta hasil estimasi fungsi regresi kernel menggunakan estimator Nadaraya-Watson.

2. Sumbangan referensi yang kemudian dapat digunakan sebagai salah satu alat bantu untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian yang diangkat penulis yang berjudul “Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel *Epanechnikov* dan Fungsi Kernel Kuartik” ini, penulis memperoleh acuan atau tinjauan pustaka melalui jurnal matematika, jurnal umum, buku maupun jenis tinjauan lainnya yang berhubungan dengan pembahasan yang diangkat penulis. Adapun penelitian-penelitian yang bersangkutan dan dijadikan acuan bagi penulis untuk membuat dan mengembangkan penelitian ini adalah penelitian Ayu Aulia (2015) yang berjudul “Regresi Polinomial Lokal dengan Fungsi Kernel *Gaussian*”, yang mana pada penelitian tersebut menjelaskan mengenai fungsi kernel *Gaussian* yang diestimasi menggunakan estimator regresi polinomial lokal, yang diaplikasikan pada bidang kesehatan mengenai keterhubungan apakah usia dapat mempengaruhi Indeks Massa Tubuh (IMT) orang dewasa laki-laki.

Penelitian selanjutnya yang dijadikan pedoman penulis dalam menyelesaikan penelitian ini adalah penelitian Nisa Khofifatur Rifqoh (2015) yang berjudul “Estimator Nadaraya – Watson dengan Fungsi Kernel *Gaussian*”, yang mana pada penelitian tersebut menjelaskan mengenai fungsi kernel *Gaussian* yang diestimasi menggunakan estimator Nadaraya-Watson, yang diaplikasikan pada bidang kesehatan yaitu berat badan balita Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman tahun

2014 mengenai keterhubungan apakah umur dapat mempengaruhi berat badan balita laki-laki dan balita perempuan.

Untuk lebih memperjelas detail perbedaan dari ketiga penelitian tersebut, akan disajikan tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

No	Nama Peneliti	Model Regresi	Metode Estimasi	Studi Kasus
1	Ayu Aulia (2015)	Kernel <i>Gaussian</i>	Polinomial Lokal	Bidang Kesehatan
2	Nisa Khofifatur Rifqoh (2015)	Kernel <i>Gaussian</i>	Nadaraya-Watson	Bidang Kesehatan Balita di Kecamatan Kalasan tahun 2014
3	Ihya Ulinuha (2019)	Kernel <i>Epanechnikov</i> dan Kernel Kuartik	Nadaraya-Watson	Kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2017

Perbedaan penelitian penulis dengan tinjauan pustaka pertama adalah jika pada penelitian Ayu Aulia menggunakan model regresi kernel *gaussian* dengan metode estimasi polinomial lokal, sementara penulis mengangkat penelitian menggunakan model regresi kernel *epanechnikov* dan kernel kuartik dengan metode estimasi Nadaraya-Watson. Perbedaan penelitian penulis dengan tinjauan pustaka kedua

adalah jika penelitian Nisa Khofifatur Rifqoh menggunakan model regresi yang sama dengan penelitian pertama yaitu kernel *gaussian*, sementara penulis menggunakan model regresi kernel *epanechnikov* dan kernel kuartik. Kesamaan penelitian kedua dengan penelitian penulis adalah penggunaan metode estimasi yang sama-sama menggunakan metode estimasi Nadaraya-Watson.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembaca memahami penulisan dalam penelitian ini secara runtut dan menyeluruh, maka penulis memberikan gambaran besar yang tertuang dalam sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka dan sistematika penulisan dalam penelitian penulis.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada bab ini disajikan landasan-landasan teori yang digunakan dalam menunjang penelitian yang dilakukan penulis mengenai pembahasan analisis data dengan menggunakan regresi nonparametrik kernel Nadaraya-Watson dan studi kasus yang diangkat penulis.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini disajikan metode penelitian yang dilakukan penulis, metode pengumpulan data, sumber data yang digunakan, jalan analisis yang dilakukan, dan *flowchart* sebagai ringkasan mengenai analisis penelitian.

BAB IV: PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan langkah-langkah dalam menganalisis fungsi regresi nonparametrik kernel dengan menggunakan estimator Nadaraya-Watson, pemilihan *bandwidth* optimum yang digunakan, dan kriteria pemilihan model terbaik yang digunakan.

BAB V: STUDI KASUS

Pada bab ini membahas studi kasus atau permasalahan yang diangkat oleh penulis yaitu keterhubungan antara tingkat pengangguran dan rata-rata lama sekolah terhadap prosentase kemiskinan yang ada di Jawa Tengah, dan kemudian dilakukan tahap analisis data menggunakan metode yang telah dijabarkan pada bab IV.

BAB VI: PENUTUP

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan saran-saran bagi peneliti selanjutnya yang bermaksud untuk mengembangkan penelitian ini.

BAB VI

PENUTUP

Pada bab-bab sebelumnya telah dijelaskan mengenai analisis regresi nonparametrik kernel dengan fungsi yang dipilih adalah fungsi kernel *epanechnikov* dan fungsi kernel kuartik, yang diestimasi menggunakan metode estimasi Nadaraya-Watson. Kemudian dilakukan penerapan analisis tersebut pada permasalahan kemiskinan yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Setelah dilakukan serangkaian analisis terhadap studi kasus, diperoleh kesimpulan dan saran penulisan tugas akhir ini.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Langkah-langkah menganalisis regresi kernel dengan estimator Nadaraya-Watson:
 - a. Menentukan variabel-variabel yang akan dianalisis menggunakan regresi kernel.
 - b. Menentukan fungsi kernel yang akan diestimasi menggunakan estimator Nadaraya-Watson, dalam penelitian ini fungsi kernel yang dipilih adalah fungsi kernel *epanechnikov* dan fungsi kernel kuartik, dengan formula sebagai berikut

1. Fungsi Kernel *Epanechnikov*

$$K(u) = \frac{3}{4}(1-u^2)I(|u| \leq 1)$$

2. Fungsi Kernel Kuartik

$$K(u) = \frac{15}{16}(1-u^2)^2 I(|u| \leq 1)$$

- c. Menentukan *bandwidth* optimum masing-masing variabel independent dengan menggunakan kriteria nilai pemilihan *bandwidth* optimum “*Rule of Thumb*”.
- d. Mengestimasi fungsi kernel dengan estimator Nadaraya-Watson, dengan

$$\text{rumus } \hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right)}, \text{ dengan } u = \frac{x-x_i}{h}.$$

- e. Menentukan nilai MSE (*Mean Square Error*) pada masing-masing fungsi kernel yang diestimasi menggunakan estimator Nadaraya-Watson.
- f. Memilih model terbaik dengan pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai MSE terkecil.
2. Berdasarkan analisis fungsi kernel *epanechnikov* dan fungsi kernel kuartik yang diestimasi menggunakan estimator Nadaraya-Watson yang diimplementasikan terhadap studi kasus kemiskinan yang ada di Jawa Tengah pada tahun 2017, diperoleh nilai *bandwidth* optimum kernel *epanechnikov* untuk $x_1 = 3.968285$ dan $x_2 = 3.016962$, dan *bandwidth* optimum kernel kuartik untuk $x_1 = 4,701061$ dan $x_2 = 3,571395$. Kemudian nilai MSE untuk

kernel *epanechnikov* dan kernel kuartik dengan *bandwidth* optimum masing-masing berturut-turut adalah 12,1346 dan 11,3438. Dengan hasil MSE tersebut, diperoleh model terbaik dalam menganalisis studi kasus yang diangkat peneliti adalah model regresi kernel kuartik lebih baik daripada model regresi kernel *epanechnikov*.

6.2 Saran

Agar lebih memperkaya wawasan tentang regresi kernel, peneliti menyarankan kepada penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menggunakan fungsi kernel *epanechnikov* dan fungsi kernel kuartik. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan fungsi kernel lain seperti fungsi kernel uniform, fungsi kernel gaussian, fungsi kernel triweight, fungsi kernel cosinus dan lain-lain.
2. Menggunakan estimator fungsi kernel selain estimator Nadaraya-Watson seperti estimator Priestley-Chao, estimator Gasser-Muller, estimator Polinomial Lokal dan lain-lain.
3. Menggunakan kriteria pemilihan *bandwidth* optimum selain “*Rule of Thumb*” seperti kriteria *Unbiased Cross Validation* (UCV), *Biased Cross Validation* (BCV), atau *Complete Cross Validation* (CCV).
4. Berkaitan dengan studi kasus, pada penelitian ini studi kasus yang diangkat peneliti adalah permasalahan kemiskinan. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan studi kasus lain seperti bidang kesehatan, pertanian dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. dan Rorres, C. 2004. *Aljabar Linear Elementer*. Erlangga: Jakarta.
- Bain, L. J., dan Engelhardt, M. 1992. *Introduction To Probability and Mathematical Statistics: 2nd Edition*. Duxbury press: California.
- Baisuni, M. H., 1986. *Kalkulus*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- BPS. 2011. *Penjelasan Data Kemiskinan 1996-2010*. Jakarta.
- BPS. 2012. *Analisis Data Kemiskinan Berdasarkan Data Pendataan Program Perlindungan Sosial (PPLS) 2011*. Jakarta: Kementerian Sosial RI.
- BPS. 2017. *Kemiskinan Kabupaten/Kota Jawa Tengah Tahun 2017*. Jawa Tengah.
- Danapriatna, Nana dan Setiawan, Rony. 2005. *Pengantar Statistika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Dudewich, E. J., dan Mishra, S. N. 1995. *Statistika Matematika Modern (diterjemahkan oleh R. K. Sembiring)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Eubank, I. 1998. *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Guidoum, A. C. 2013. *Kernel Estimator and Bandwidth Selection for Density and its Derivarives*. The Kedd Packages.

- Gujarati, D. 2006. *Basic Econometric*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Hardle, W. 1994. *Applied Nonparametric Regression*. Berlin.
- Hasan, M. Iqbal. 2001. *Pokok-pokok Materi Statistik 1 (Statistika Deskriptif)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Khasanah, Uswatun. 2016. *Statistika Non Parametrik*. Yogyakarta: UAD Press.
- Puspitasari, Icha, Suparti., Wilandari, Yuciana. 2012. *Analisis Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Menggunakan Model Regresi Kernel*. Jurnal Gaussian, Volume 1, Nomor 1. Halaman 93-102.
- Qudratullah, M.F. 2009. *Pengantar Statistika Matematika*. Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.
- Qudratullah, dkk. 2012. *Statistika*. Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.
- Qudratullah, M.F. 2013. *Analisis Regresi Terapan: Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Silverman, B.W., 1986. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London: Champman and Hall.
- Subagyo, Pangestu dan Djarwanto. 2013. *Statistika Induktif*. Yogyakarta: BPFE.
- Subanar, Ph.D., Prof. Drs. 2013. *Statistika Matematika: Probabilitas, Distribusi, dan Asimtotis dalam Statistika*. Yogyakarta: Graha Ilmu, Prodi Statistika Universitas Gajdah Mada.

Sudjana. 1996. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsiti.

Takezawa, K. 2006. *Introduction to Nonparametric Regression*. Canada: John Wiley and Sons Inc.

Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistika edisi ke 3*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Wand, M. P. dan Jones, M. C. 1995. *Kernel Smoothing*. London: Chapman and Hall.





LAMPIRAN



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LAMPIRAN 1

Presentase Penduduk Miskin Jawa Tengah Tahun 2017

No	Kabupaten/Kota	Jumlah Penduduk Miskin (000 jiwa)	Persentase Penduduk Miskin	Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1)	Indeks Keparahan Kemiskinan (P2)	Garis Kemiskinan (Rp/Kapita/Bulan)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Kab. Cilacap	238,3	13,94	1,98	0,42	307 041
2	Kab. Banyumas	283,2	17,05	3,19	0,85	357 748
3	Kab. Purbalingga	171,9	18,80	2,79	0,68	313 343
4	Kab. Banjarnegara	156,8	17,21	3,25	0,84	264 387
5	Kab. Kebumen	233,4	19,60	3,62	0,99	325 819
6	Kab. Purworejo	98,6	13,81	2,25	0,54	325 871
7	Kab. Wonosobo	159,2	20,32	3,85	1,10	308 553
8	Kab. Magelang	157,2	12,42	1,67	0,31	281 237
9	Kab. Boyolali	116,4	11,96	1,96	0,53	293 405
10	Kab. Klaten	165,0	14,15	2,46	0,61	376 305
11	Kab. Sukoharjo	76,7	8,75	0,93	0,17	337 037
12	Kab. Wonogiri	123,0	12,90	1,80	0,43	284 710
13	Kab. Karanganyar	106,8	12,28	1,85	0,43	340 538
14	Kab. Sragen	124,0	14,02	1,93	0,42	292 544
15	Kab. Grobogan	181,0	13,27	2,03	0,56	345 379
16	Kab. Blora	111,9	13,04	1,53	0,31	291 114
17	Kab. Rembang	115,2	18,35	3,24	0,89	354 440
18	Kab. Pati	141,7	11,38	1,44	0,35	393 817
19	Kab. Kudus	64,4	7,59	1,00	0,21	373 224
20	Kab. Jepara	99,0	8,12	0,98	0,22	355 607
21	Kab. Demak	152,6	13,41	2,20	0,59	371 525
22	Kab. Semarang	79,7	7,78	1,10	0,25	317 935
23	Kab. Temanggung	86,8	11,46	1,81	0,43	277 707
24	Kab. Kendal	106,1	11,10	1,69	0,39	335 497
25	Kab. Batang	81,5	10,80	1,51	0,31	249 292
26	Kab. Pekalongan	111,6	12,61	1,73	0,36	354 435
27	Kab. Pemalang	225,0	17,37	3,52	1,00	331 584
28	Kab. Tegal	141,8	9,90	1,27	0,27	319 758
29	Kab. Brebes	343,5	15,14	3,06	0,78	382 125
30	Kota Magelang	10,6	8,75	1,30	0,32	450 908
31	Kota Surakarta	54,9	10,65	1,87	0,44	448 062
32	Kota Salatiga	9,6	5,07	0,85	0,21	359 944
33	Kota Semarang	80,9	4,62	0,54	0,12	402 297
34	Kota Pekalongan	22,5	7,47	0,92	0,20	390 555
35	Kota Tegal	20,1	8,11	1,42	0,38	418 845
Provinsi Jawa Tengah		4 450,7	13,01	2,21	0,57	333 224

LAMPIRAN 2

Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Jawa Tengah

Wilayah Jateng	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) (Persen)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2018
PROVINSI JAWA TENGAH	7.70	7.35	7.33	6.21	7.07	5.61	6.01	5.68	4.99	4.57	4.51
Kabupaten Cilacap	11.48	10.16	11.45	9.75	10.82	7.29	6.68	5.65	8.01	6.30	7.48
Kabupaten Banyumas	8.07	8.05	8.05	7.37	6.61	5.11	5.45	5.37	6.37	4.62	4.19
Kabupaten Purbalingga	7.56	7.08	4.66	3.82	5.10	5.02	5.63	5.13	4.84	5.33	6.06
Kabupaten Banjarnegara	6.39	4.91	5.07	3.10	4.97	3.69	4.16	4.06	5.05	4.72	4
Kabupaten Kebumen	7.18	6.12	8.12	8.02	4.73	3.58	3.52	3.25	4.14	5.58	5.52
Kabupaten Purworejo	5.43	4.32	4.94	3.40	5.30	3.20	5.15	5.10	4.01	3.64	4.51
Kabupaten Wonosobo	5.68	5.50	3.62	4.04	4.92	5.21	5.82	5.34	4.47	4.18	3.44
Kabupaten Magelang	6.26	5.06	4.95	2.97	6.83	4.38	6.13	7.45	5.16	2.44	2.91
Kabupaten Boyolali	7.25	5.90	5.51	3.90	5.81	4.43	5.44	4.95	2.03	3.67	2.16
Kabupaten Klaten	8.19	7.26	6.36	4.50	7.63	3.70	5.34	4.75	2.51	4.35	3.11
Kabupaten Sukoharjo	9.45	8.12	8.28	7.40	6.27	6.10	5.98	4.60	4.52	2.27	2.78
Kabupaten Wonogiri	5.20	5.73	5.03	4.70	3.82	3.46	3.61	3.45	3.07	2.38	2.28
Kabupaten Karanganyar	6.63	5.70	8.26	6.62	5.78	5.82	3.84	3.54	3.60	3.17	2.34
Kabupaten Sragen	6.21	5.64	5.78	4.09	8.43	5.88	5.63	6.04	4.51	4.55	4.82
Kabupaten Grobogan	5.83	6.19	6.07	4.60	5.33	4.20	6.10	4.25	5.22	3.02	2.24
Kabupaten Blora	3.92	5.71	6.99	5.49	6.90	4.75	6.23	4.30	4.68	2.85	3.26
Kabupaten Rembang	5.70	5.89	5.64	4.89	7.22	5.75	5.97	5.23	4.51	3.19	2.87
Kabupaten Pati	8.38	9.36	7.68	6.22	11.17	11.98	7.29	6.37	4.43	3.83	3.61
Kabupaten Kudus	7.03	6.15	7.36	6.22	8.32	5.89	8.07	5.03	5.04	3.56	3.33
Kabupaten Jepara	5.78	5.76	4.40	4.56	5.48	4.29	6.34	5.09	3.12	4.84	3.78
Kabupaten Demak	7.04	6.64	5.72	5.69	5.03	8.40	7.08	5.17	6.02	4.47	7.16
Kabupaten Semarang	9.36	7.39	7.88	6.25	6.16	4.87	3.90	4.38	2.57	1.78	2.28
Kabupaten Temanggung	6.77	4.90	4.24	3.60	3.54	3.39	4.87	3.19	1.50	2.97	3.24
Kabupaten Kendal	5.42	6.39	5.64	5.57	6.54	6.31	6.43	6.15	7.07	4.93	6.06
Kabupaten Batang	8.13	8.77	7.11	6.48	6.66	5.88	7.02	7.42	4.56	5.82	4.23
Kabupaten Pekalongan	7.93	7.38	4.18	4.04	6.91	5.08	4.78	6.03	5.10	4.39	4.41
Kabupaten Pemalang	8.53	9.97	12.26	11.45	7.37	4.85	6.48	7.44	6.53	5.59	6.21
Kabupaten Tegal	9.38	9.56	9.24	7.48	10.59	6.12	6.89	8.47	9.52	7.33	8.45
Kabupaten Brebes	9.01	7.92	9.42	8.21	11.08	8.22	9.61	9.53	6.49	8.04	7.27
Kota Magelang	12.37	12.28	14.95	13.28	11.51	8.99	6.75	7.38	6.43	6.68	4.88
Kota Surakarta	9.31	9.57	10.44	8.73	7.70	6.29	7.22	6.16	4.53	4.47	4.39
Kota Salatiga	11.35	11.27	10.95	10.22	9.02	6.84	6.21	4.46	6.43	3.96	4.28
Kota Semarang	11.39	11.51	10.66	8.98	7.65	6.01	6.02	7.76	5.77	6.61	5.29
Kota Pekalongan	9.64	9.75	8.61	7	8.06	7.67	5.28	5.42	4.10	5.05	6.13
Kota Tegal	14.75	13.32	15.74	14.22	9.77	8.75	9.32	9.20	8.06	8.19	7.94

LAMPIRAN 3

Rata-rata Lama Sekolah Provinsi Jawa Tengah

Wilayah Jateng	Indeks Pembangunan Manusia (metode baru) Rata-rata Lama Sekolah (tahun)								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PROVINSI JAWA TENGAH	6.71	6.74	6.77	6.80	6.93	7.03	7.15	7.27	7.35
Kabupaten Cilacap	6.26	6.27	6.28	6.43	6.48	6.58	6.90	6.91	6.92
Kabupaten Banyumas	6.82	6.94	7.06	7.18	7.31	7.31	7.39	7.40	7.41
Kabupaten Purbalingga	6.22	6.33	6.44	6.68	6.84	6.85	6.86	6.87	7
Kabupaten Banjarnegara	5.84	5.84	5.85	5.86	5.90	6.17	6.26	6.27	6.28
Kabupaten Kebumen	6.21	6.29	6.30	6.39	6.75	7.04	7.05	7.29	7.34
Kabupaten Purworejo	7.39	7.45	7.51	7.57	7.63	7.65	7.66	7.69	7.70
Kabupaten Wonosobo	5.81	5.87	5.90	5.92	6.07	6.11	6.12	6.51	6.75
Kabupaten Magelang	6.46	6.73	6.80	6.88	7.02	7.19	7.40	7.41	7.57
Kabupaten Boyolali	6.50	6.53	6.55	6.61	6.69	7.10	7.17	7.44	7.55
Kabupaten Klaten	7.33	7.35	7.43	7.74	7.92	8.16	8.22	8.23	8.24
Kabupaten Sukoharjo	7.66	7.94	8.09	8.25	8.41	8.50	8.58	8.71	8.84
Kabupaten Wonogiri	5.58	5.66	6.03	6.12	6.23	6.39	6.57	6.68	6.88
Kabupaten Karanganyar	7.26	7.46	7.80	8.38	8.47	8.48	8.49	8.50	8.51
Kabupaten Sragen	6.24	6.26	6.28	6.69	6.85	6.86	6.87	7.04	7.22
Kabupaten Grobogan	6.13	6.18	6.23	6.25	6.32	6.33	6.62	6.66	6.67
Kabupaten Blora	5.48	5.77	5.83	5.90	6.02	6.04	6.18	6.45	6.46
Kabupaten Rembang	6.15	6.28	6.41	6.70	6.90	6.92	6.93	6.94	6.95
Kabupaten Pati	6.08	6.11	6.15	6.27	6.35	6.71	6.83	7.08	7.18
Kabupaten Kudus	7.45	7.48	7.60	7.73	7.83	7.84	7.85	8.31	8.62
Kabupaten Jepara	6.52	6.72	6.96	7.09	7.29	7.31	7.32	7.33	7.43
Kabupaten Demak	6.56	6.75	6.88	7.22	7.46	7.45	7.46	7.47	7.48
Kabupaten Semarang	7.12	7.20	7.24	7.28	7.31	7.33	7.48	7.87	7.88
Kabupaten Temanggung	5.99	6.03	6.08	6.13	6.18	6.52	6.55	6.90	6.94
Kabupaten Kendal	6.11	6.24	6.36	6.42	6.53	6.64	6.65	6.85	7.05
Kabupaten Batang	5.62	5.66	5.70	5.88	6	6.41	6.42	6.61	6.62
Kabupaten Pekalongan	5.93	6.04	6.15	6.37	6.53	6.55	6.56	6.73	6.74
Kabupaten Pemasang	4.94	5.19	5.51	5.72	5.87	6.04	6.05	6.31	6.32
Kabupaten Tegal	5.67	5.71	5.78	5.85	5.93	6.30	6.54	6.55	6.70
Kabupaten Brebes	5.09	5.24	5.38	5.68	5.86	5.88	6.17	6.18	6.19
Kota Magelang	10.08	10.14	10.20	10.22	10.27	10.28	10.29	10.30	10.31
Kota Surakarta	9.99	10.05	10.11	10.25	10.33	10.36	10.37	10.38	10.53
Kota Salatiga	8.86	8.97	9.09	9.20	9.37	9.81	9.82	10.15	10.40
Kota Semarang	9.61	9.80	9.92	10.06	10.19	10.20	10.49	10.50	10.51
Kota Pekalongan	7.60	7.72	7.80	7.96	8.12	8.28	8.29	8.56	8.57
Kota Tegal	7.46	7.66	7.85	8.05	8.26	8.27	8.28	8.29	8.30

LAMPIRAN 4

R-Script Diagram Batang dan Scatterplot

```

#### Prepare Data ####
str(kemisk)

library(ggplot2)
library(ggpubr)
library(lattice)

x1=kemisk$TP
x2=kemisk$RLS
Y=kemisk$PK
x=(1:35)

#### Barplot ####
barplot(Y, xlab="Kabupaten/ Kota ke 1-35", ylab="Presentase Kemiskinan (%)",
        main="Diagram Batang Presentase Kemiskinan", col="green", ylim=c(0,25),
        names.arg=c(1:35))
barplot(x1, xlab="Kabupaten/ Kota ke 1-35", ylab="Tingkat Pengangguran (%)",
        main="Diagram Batang Tingkat Pengangguran", col="red", ylim=c(0,10),
        names.arg=c(1:35))
barplot(x2, xlab="Kabupaten/ Kota ke 1-35", ylab="Rata-rata Lama Sekolah (%)",
        main="Diagram Batang Rata-rata Lama Sekolah", col="blue", ylim=c(0,12),
        names.arg=c(1:35))

#### Scatterplot ####
xyplot(Y~x1, layout=c(1,1), data=kemisk, type=c("p","smooth"), scale="free",
        xlab="Tingkat Pengangguran", ylab="Presentase Kemiskinan",
        main="Scatterplot Y~x1", col="red")
xyplot(Y~x2, layout=c(1,1), data=kemisk, type=c("p","smooth"), scale="free",
        xlab="Rata-rata Lama Sekolah", ylab="Presentase Kemiskinan",
        main="Scatterplot Y~x2", col="blue")

```

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

LAMPIRAN 5

R-Script Pemilihan Bandwidth Optimal

```
#### Prepare Data ####
str(kemisk)

library(kedd)
library(np)

#### Pemilihan Bandwidth Optimum Kernel Epanechnikov ####
x1=kemisk$TP
x2=kemisk$RLS
Y=kemisk$PK

h. amise(x1,deriv.order=0,kernel="epanechnikov")
h. amise(x2,deriv.order=0,kernel="epanechnikov")

#### Pemilihan Bandwidth Optimum Kernel Kuartik ####
x1=kemisk$TP
x2=kemisk$RLS
Y=kemisk$PK

h. amise(x1,deriv.order=0,kernel="biweight")
h. amise(x2,deriv.order=0,kernel="biweight")
```



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LAMPIRAN 6

Output R-Studio Pemilihan *Bandwidth* Optimal

```

> library(kedd)
> library(np)
> ##### Pemilihan Bandwidth optimum kernel Epanechnikov #####
> x1=kemisk$TP
> x2=kemisk$RLS
> Y=kemisk$PK
> h.amise(x1,deriv.order=0,kernel="epanechnikov")

Call:
  Aymptotic Mean Integrated Squared Error

Derivative order = 0
Data: x1 (35 obs.);      kernel: epanechnikov
AMISE = 0.008217235;    Bandwidth 'h' = 3.968285

> h.amise(x2,deriv.order=0,kernel="epanechnikov")

Call:
  Aymptotic Mean Integrated Squared Error

Derivative order = 0
Data: x2 (35 obs.);      kernel: epanechnikov
AMISE = 0.01084586;    Bandwidth 'h' = 3.016962

> ##### Pemilihan Bandwidth optimum kernel kuartik #####
> x1=kemisk$TP
> x2=kemisk$RLS
> Y=kemisk$PK
> h.amise(x1,deriv.order=0,kernel="biweight")

Call:
  Aymptotic Mean Integrated Squared Error

Derivative order = 0
Data: x1 (35 obs.);      kernel: biweight
AMISE = 0.007631385;    Bandwidth 'h' = 4.701061

> h.amise(x2,deriv.order=0,kernel="biweight")

Call:
  Aymptotic Mean Integrated Squared Error

Derivative order = 0
Data: x2 (35 obs.);      kernel: biweight
AMISE = 0.01055746;    Bandwidth 'h' = 3.571395

```

LAMPIRAN 7

Source Code Matlab Estimasi Nadaraya-Watson

```
%Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Epanechnikov
%Bandwidth Optimal
```

```
%Prepare Data
```

```
Y = PK;
x1 = TP;
x2 = RLS;
n = 35;
h1 = 3.968285;
h2 = 3.016962;
p1 = length (h1);
p2 = length (h2);
```

```
%Estimasi
```

```
for i = 1:n
for j = 1:n
eI(j) = (x1(i)-x1(j))/h1(p1);
if abs (eI(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
```

```
end
eA(j) = (x2(i)-x2(j))/h2(p2);
if abs (eA(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
```

```
end
e2I(j) = (3/4)*(1-(eI(j))^2)*I;
e2A(j) = (3/4)*(1-(eA(j))^2)*I;
```

```
e3(j) = e2I(j)*e2A(j);
e4(j) = e2I(j)*e2A(j)*Y(j);
end
```

```
e5(i) = sum(e4)/sum(e3);
end
```

```
%Nilai MSE
```

```
for k = 1:n
M(k) = abs (Y(k)-e5(k));
N(k) = (M(k))^2;
```

```
end
MSE = (1/n)*sum(N);
MSE = (1/n)*sum(N)
```

```

%Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Epanechnikov
%Bandwidth = 1

%Prepare Data
Y = PK;
x1 = TP;
x2 = RLS;
n = 35;
h1 = 1;
h2 = 1;
p1 = length (h1);
p2 = length (h2);

%Estimasi
for i = 1:n
for j = 1:n
eIk(j) = (x1(i)-x1(j))/h1(p1);
if abs (eIk(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
eAk (j) = (x2(i)-x2(j))/h2(p2);
if abs (eAk(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
e2Ik(j) = (3/4)*(1-(eIk(j))^2)*I;
e2Ak(j) = (3/4)*(1-(eAk(j))^2)*I;
e3k(j) = e2Ik(j)*e2Ak(j)
e4k(j) = e2Ik(j)*e2Ak(j)*Y(j);
end
e5k(i) = sum(e4k)/sum(e3k)
end

%Nilai MSE
for k = 1:n
Mk(k) = abs (Y(k)-e5k(k));
Nk(k) = (Mk(k))^2;
end
MSEk = (1/n)*sum(Nk);
MSE = (1/n)*sum(MSEk)

```

```

%Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Epanechnikov
%Bandwidth = 5

%Prepare Data
Y = PK;
x1 = TP;
x2 = RLS;
n = 35;
h1 = 5;
h2 = 5;
p1 = length (h1);
p2 = length (h2);

%Estimasi
for i = 1:n
for j = 1:n
eIb(j) = (x1(i)-x1(j))/h1(p1);
if abs (eIb(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
eAb (j) = (x2(i)-x2(j))/h2(p2);
if abs (eAb(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
e2Ib(j) = (3/4)*(1-(eIb(j))^2)*I;
e2Ab(j) = (3/4)*(1-(eAb(j))^2)*I;
e3b(j) = e2Ib(j)*e2Ab(j)
e4b(j) = e2Ib(j)*e2Ab(j)*Y(j);
end
e5b(i) = sum(e4b)/sum(e3b)
end

%Nilai MSE
for k = 1:n
Mb(k) = abs (Y(k)-e5b(k));
Nb(k) = (Mb(k))^2;
end
MSEb = (1/n)*sum(Nb);
MSEb = (1/n)*sum(Nb)

```

```

%Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Kuartik
%Bandwidth Optimal

%Prepare Data
Y = PK;
x1 = TP;
x2 = RLS;
n = 35;
h1 = 4.701061;
h2 = 3.571395;
p1 = length (h1);
p2 = length (h2);

%Estimasi
for i = 1:n
for j = 1:n
bI(j) = (x1(i)-x1(j))/h1(p1);
if abs (bI(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
bA (j) = (x2(i)-x2(j))/h2(p2);
if abs (bA(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
b2I(j) = (15/16)*(1-(bI(j))^2)^2*I;
b2A(j) = (15/16)*(1-(bA(j))^2)^2*I;
b3(j) = b2I(j)*b2A(j)
b4(j) = b2I(j)*b2A(j)*Y(j);
end
b5(i) = sum(b4)/sum(b3)
end

%Nilai MSE
for k = 1:n
M(k) = abs (Y(k)-b5(k));
N(k) = (M(k))^2;
end
MSE = (1/n)*sum(N);
MSE = (1/n)*sum(N)

```

```

%Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Kuartik
%Bandwidth = 1

%Prepare Data
Y = PK;
x1 = TP;
x2 = RLS;
n = 35;
h1 = 1;
h2 = 1;
p1 = length (h1);
p2 = length (h2);

%Estimasi
for i = 1:n
for j = 1:n
bIk(j) = (x1(i)-x1(j))/h1(p1);
if abs (bIk(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
bAk (j) = (x2(i)-x2(j))/h2(p2);
if abs (bAk(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
b2Ik(j) = (15/16)*(1-(bIk(j))^2)^2*I;
b2Ak(j) = (15/16)*(1-(bAk(j))^2)^2*I;
b3k(j) = b2Ik(j)*b2Ak(j)
b4k(j) = b2Ik(j)*b2Ak(j)*Y(j);
end
b5k(i) = sum(b4k)/sum(b3k)
end

%Nilai MSE
for k = 1:n
Mkk(k) = abs (Y(k)-b5k(k));
Nkk(k) = (Mkk(k))^2;
end
MSEkk = (1/n)*sum(Nkk);
MSEkk = (1/n)*sum(Nkk)

```

```

%Estimator Nadaraya-Watson dengan Fungsi Kernel Kuartik
%Bandwidth = 5

%Prepare Data
Y = PK;
x1 = TP;
x2 = RLS;
n = 35;
h1 = 5;
h2 = 5;
p1 = length (h1);
p2 = length (h2);

%Estimasi
for i = 1:n
for j = 1:n
bIb(j) = (x1(i)-x1(j))/h1(p1);
if abs (bIb(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
bAb (j) = (x2(i)-x2(j))/h2(p2);
if abs (bAb(j)) <= 1;
I = 1;
else
I = 0;
end
b2Ib(j) = (15/16)*(1-(bIb(j))^2)^2*I;
b2Ab(j) = (15/16)*(1-(bAb(j))^2)^2*I;
b3b(j) = b2Ib(j)*b2Ab(j)
b4b(j) = b2Ib(j)*b2Ab(j)*Y(j);
end
b5b(i) = sum(b4b)/sum(b3b)
end

%Nilai MSE
for k = 1:n
Mbb(k) = abs (Y(k)-b5b(k));
Nbb(k) = (Mbb(k))^2;
end
MSEbb = (1/n)*sum(Nbb);
MSEbb = (1/n)*sum(Nbb)

```

LAMPIRAN 8

Source Code Matlab Kurva Data Hasil Estimasi

```

%Plot data hasil estimasi fungsi kernel Epanechnikov
%Bandwidth Optimal
x = (1:35)
figure(1)
plot(x,e5,'r-')
h = legend('Y topi Epanechnikov');
title('Kurva Regresi Kernel Epanechnikov Data Presentase
Kemiskinan h optimal')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

%Kurva data hasil estimasi fungsi kernel Epanechnikov
%Bandwidth 1
x = (1:35)
figure(1)
plot(x,e5k,'r-')
h = legend('Y topi Epanechnikov');
title('Kurva Regresi Kernel Epanechnikov Data Presentase
Kemiskinan h = 1')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

%Kurva data hasil estimasi fungsi kernel Epanechnikov
%Bandwidth 5
x = (1:35)
figure(1)
plot(x,e5b,'r-')
h = legend('Y topi Epanechnikov');
title('Kurva Regresi Kernel Epanechnikov Data Presentase
Kemiskinan h = 5')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

```

```

%Kurva data hasil estimasi fungsi kernel Kuartik
%Bandwidth Optimal
x = (1:35)
figure(1)
plot(x,b5,'b-')
h = legend('Y topi Kuartik');
title('Kurva Regresi Kernel Kuartik Data Presentase Kemiskinan h
optimal')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

%Kurva data hasil estimasi fungsi kernel Kuartik
%Bandwidth 1
x = (1:35)
figure(1)
plot(x,b5k,'b-')
h = legend('Y topi Kuartik');
title('Kurva Regresi Kernel Kuartik Data Presentase Kemiskinan h =
1')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

%Kurva data hasil estimasi fungsi kernel Kuartik
%Bandwidth 5
x = (1:35)
figure(1)
plot(x,b5b,'b-')
h = legend('Y topi Kuartik');
title('Kurva Regresi Kernel Kuartik Data Presentase Kemiskinan h =
5')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

%Kurva perbandingan data asli dan data hasil estimasi
%Bandwidth Optimal
x=(1:35)
figure(1)
plot(x,Y,'g-')
hold on
plot(x,e5,'r-')
hold on
plot(x,b5,'b-')
h = legend('Data Asli','Y topi Epanechnikov','Y topi Kuartik');
title('Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off

```

```
%Kurva perbandingan data asli dan data hasil estimasi
%Bandwidth 1
x=(1:35)
figure(1)
plot(x,Y,'g-')
hold on
plot(x,e5k,'r-')
hold on
plot(x,b5k,'b-')
h = legend('Data Asli','Y topi Epanechnikov','Y topi Kuartik');
title('Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi h = 1')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off
```

```
%Kurva perbandingan data asli dan data hasil estimasi
%Bandwidth 5
x=(1:35)
figure(1)
plot(x,Y,'g-')
hold on
plot(x,e5b,'r-')
hold on
plot(x,b5b,'b-')
h = legend('Data Asli','Y topi Epanechnikov','Y topi Kuartik');
title('Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi h = 5')
xlabel('Kabupaten/ Kota ke 1-35')
ylabel('Presentase Kemiskinan')
grid on
hold off
```

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

LAMPIRAN 9

**Tabel Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan
Bandwidth Optimal**

No	Y Data Asli	Y topi Epanechnikov	Y topi Kuartik
1	13,94	13,9413	13,8796
2	17,05	13,3212	13,3404
3	18,8	13,6721	13,755
4	17,21	13,7773	13,8946
5	19,6	13,5657	13,5631
6	13,81	12,9974	12,9756
7	20,32	13,5992	13,6988
8	12,42	12,9678	12,8406
9	11,96	13,1665	13,1407
10	14,15	12,6618	12,6666
11	8,75	12,3775	11,8311
12	12,9	13,184	13,2124
13	12,28	12,4312	12,2588
14	14,02	13,4846	13,5361
15	13,27	13,3557	13,3913
16	13,04	13,3845	13,4422
17	18,35	13,3074	13,3038
18	11,38	13,3682	13,3767
19	7,59	12,5706	12,4925
20	8,12	13,3986	13,4213
21	13,41	13,2553	13,27
22	7,78	12,6435	12,2906
23	11,46	13,2773	13,2682
24	11,1	13,6039	13,6951
25	10,8	13,874	13,9446
26	12,61	13,5563	13,6492
27	17,37	13,9277	14,0276
28	9,9	15,018	14,0222
29	19,14	25,9912	13,8172
30	8,75	8,3483	8,496
31	10,65	8,7708	9,0227
32	5,07	9,4885	9,6301
33	4,62	8,0021	8,1501
34	7,47	12,3944	12,3758
35	8,11	6,2906	11,661

LAMPIRAN 10

Tabel Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan

Bandwidth (h) = 1

No	Y Data Asli	Y topi Epanechnikov	Y topi Kuartik
1	13,94	13,4205	13,2838
2	17,05	9,5030	9,9739
3	18,8	13,3017	13,4022
4	17,21	14,6270	16,3873
5	19,6	11,8689	11,4623
6	13,81	9,7440	8,7273
7	20,32	14,7260	15,7955
8	12,42	13,4673	13,7747
9	11,96	11,4461	11,3230
10	14,15	7,7374	8,1487
11	8,75	8,3753	8,1249
12	12,9	14,6983	14,5065
13	12,28	7,9047	8,1116
14	14,02	12,1815	12,3193
15	13,27	14,7774	14,7062
16	13,04	14,9761	15,3539
17	18,35	14,3484	13,4589
18	11,38	13,1597	12,1751
19	7,59	7,6130	8,1191
20	8,12	10,3969	10,5951
21	13,41	8,8976	9,4182
22	7,78	11,3349	9,2722
23	11,46	14,4488	13,6885
24	11,1	13,3685	13,7811
25	10,8	13,6713	13,4619
26	12,61	14,1650	14,8790
27	17,37	14,0450	13,9278
28	9,9	13,9537	13,6346
29	19,14	14,3129	13,9184
30	8,75	7,3112	6,6145
31	10,65	6,3070	6,9702
32	5,07	6,7703	7,0270
33	4,62	7,4938	6,7812
34	7,47	8,6356	8,4264
35	8,11	10,2482	9,4948

LAMPIRAN 11

Tabel Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Estimasi dengan

Bandwidth (h) = 5

No	Y Data Asli	Y topi Epanechnikov	Y topi Kuartik
1	13,94	13,0629	13,4437
2	17,05	12,8079	13,0581
3	18,8	12,9964	13,3652
4	17,21	13,1508	13,5345
5	19,6	12,8881	13,1997
6	13,81	12,6983	12,8299
7	20,32	13,0370	13,3604
8	12,42	12,7178	12,7310
9	11,96	12,7601	12,9314
10	14,15	12,5829	12,6651
11	8,75	12,4389	12,2042
12	12,9	12,8766	12,9648
13	12,28	12,4930	12,4384
14	14,02	12,9023	13,2006
15	13,27	12,9257	13,1103
16	13,04	12,9710	13,1493
17	18,35	12,8631	13,0427
18	11,38	12,8576	13,0912
19	7,59	12,5457	12,5635
20	8,12	12,8367	13,1109
21	13,41	12,7832	13,0128
22	7,78	12,5989	12,3950
23	11,46	12,8614	13,0166
24	11,1	12,9776	13,3261
25	10,8	13,1175	13,5390
26	12,61	12,9826	13,3048
27	17,37	13,2037	13,6425
28	9,9	13,3632	13,6409
29	19,14	13,8500	13,6081
30	8,75	11,7603	10,7677
31	10,65	11,7490	11,0714
32	5,07	11,9064	11,3746
33	4,62	11,5966	10,4822
34	7,47	12,5100	12,5300
35	8,11	12,9765	12,0993

CURRICULUM VITAE

A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Ihya Ulinuha
 Tempat, Tanggal Lahir : Kendal, 29 Agustus 1997
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Kewarganegaraan : Indonesia
 Alamat : Dusun Kabunan, RT: 01/ RW: 01, Desa
 Ngadiwarno, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten
 Kendal, Provinsi Jawa Tengah
 Golongan Darah : AB
 E-mail : ullinz.29@gmail.com
 No. Handphone : +62 8951 2628 678



B. RIWAYAT PENDIDIKAN

SD : SD Negeri 2 Ngadiwarno (2003 – 2009)
 SMP : SMP Negeri 1 Sukorejo (2009 – 2012)
 SMA : SMA Negeri 1 Sukorejo (2012 – 2015)
 Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
 Yogyakarta Program Studi Matematika S-1
 (2015 – 2019)