

**ANALISIS REGRESI KERNEL DENGAN
ESTIMATOR NADARAYA-WATSON**

(Studi Kasus : Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah
Hotel Bintang di Indonesia Tahun 2016)

Skripsi

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



Diajukan oleh

RANI HANDAYANI

15610013

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN 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 : Rani Handayani
NIM : 15610013
Judul Skripsi : *Analisis Regresi Kernel dengan Estimator Nadaraya-Watson*

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 Program Studi Matematika.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb. Dr.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 26 April 2019
Pembimbing,

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



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1666/Un.02/DST/PP.00.9/05/2019

Tugas Akhir dengan judul : ANALISIS REGRESI KERNEL DENGAN ESTIMATOR NADARAYA-WATSON
(Studi Kasus: Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Hotel Bintang di Indonesia Tahun 2016)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RANI HANDAYANI
Nomor Induk Mahasiswa : 15610013
Telah diujikan pada : Selasa, 07 Mei 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A

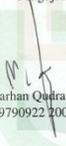
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang


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

Penguji I


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

Penguji II


Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc.
NIP. 19861208 201503 2 006

Yogyakarta, 07 Mei 2019

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
KEMENTERIAN AGAMA




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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rani Handayani

NIM : 15610013

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya prang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 30 April 2019

Yang Menyatakan



Rani Handayani

15610013

MOTTO

“Lakukan, Totalkan, Akhiri Tanpa Penyesalan”

“All is Well”

“Allah dulu, Allah lagi, Allah terus”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini aku persembahkan untuk,
Tiga orang yang paling aku sayangi dan hormati di
dunia setelah Allah SWT dan Baginda Nabi

Muhammad SAW,

Bapakku, Muhammad Abdullah

Mamakku, Jumaini

Abangku, Wahyu Firmansyah

Dan,

Almamaterku,

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ، أَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ وَأَشْهَدُ أَنَّ مُحَمَّدًا رَسُولُ اللَّهِ،
وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ وَالْمُرْسَلِينَ وَعَلَى آلِهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ،
أَمَّا بَعْدُ

Alhamdulillah hirobbil alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Analisis Regresi Kernel dengan Estimator Nadaraya Watson (Studi Kasus : Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Hotel Bintang di Indonesia Tahun 2016)*”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Baginda Nabi Agung Muhammad SAW., yang telah menjadi penyelamat dan pembawa kebahagiaan bagi manusia di dunia sampai ke surga.

Peneliti menyadari dalam penulisan tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya dukungan, motivasi, dan bimbingan dari berbagai pihak, baik materil maupun spiritual yang pada akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. KH. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

2. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
3. Dr. M. Wakhid Musthofa, M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
4. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing peneliti yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta selalu mengarahkan peneliti dengan sabar dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selama ini telah ikhlas dan sabar dalam memotivasi, mengajari dan mencerdaskan peneliti sehingga dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.
6. Orang tua terkasih Bapak Muhammad Abdullah dan Ibu Jumaini yang merupakan motivator terbesar peneliti. Terima kasih atas segala waktu, dukungan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa sehingga peneliti sangat bersemangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. *Abangku* yang penuh kasih, Wahyu Firmansyah yang selalu menjadi tempat bersandar terbaik setelah orang tuaku.

8. Sahabatku “*Anak Rantau*”, Alya Farahdina, Ana Raudlotul Jannah, Nur Fitriyanti R., Ma’rifah, Fahdina Yahadiyana dan Marcella Fransiska. Terima kasih karena sudah menjadi teman bertukar semangat dan kasih sayang di tanah rantauan.
9. Sahabatku, Rindu Indarti Febriana, yang selalu menyemangati dan menjadi tempat bercerita di masa sulit dan saat merindukan kampung halaman.
10. Sahabatku, Dwi Sekar Amanah dan Fithrotul Khoiriyah sahabat di Kos Putri Hibrida II yang selalu menemani, menghibur dan menyemangati peneliti.
11. Teman-teman satu bimbingan Bu Epha yang selalu menjadi teman mengeluh bersama, bercanda, berbagi kerumitan pikiran dan teman saling menyemangati serta memberikan motivasi sehingga peneliti lebih bersemangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman-teman seperjuangan Matematika 2015, terima kasih atas kebersamaan dan kenangan indah selama ini. Kalian adalah teman-teman yang selalu aku rindukan baik saat ini maupun nanti setelah tak bersama lagi.
13. Teman-teman HM-PS Matematika, terima kasih karena memberikan pengalaman yang luar biasa tentang organisasi dan kekeluargaan.
14. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari, dalam tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Peneliti berharap, sedikit tidaknya tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. *Aamiin.*

Yogyakarta, 27 Maret 2019

Penulis,

Rani Handayani

NIM. 15610013



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI | ii |
| PENGESAHAN SKRIPSI | iii |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xviii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xx |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxii |
| DAFTAR SIMBOL | xxiii |
| ABSTRAK | xxiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Batasan Masalah | 6 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | 7 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 7 |

| | | |
|-----|-----------------------------|----|
| 1.5 | Manfaat Penelitian | 8 |
| 1.6 | Tinjauan Pustaka | 8 |
| 1.7 | Sistematika Penulisan | 13 |

BAB II LANDASAN TEORI. Error! Bookmark not defined.

| | | |
|-------|---|-------------------------------------|
| 2.1 | Data | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2 | Statistika Nonparametrik | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3 | Pendugaan Parameter..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3.1 | Sifat Estimator Untuk Sampel Kecil | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3.2 | Sifat Estimator Untuk Sampel Besar..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4 | Deret Taylor | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5 | Regresi | Error! Bookmark not defined. |
| 2.6 | Regresi Parametrik. | Error! Bookmark not defined. |
| 2.7 | Analisis Regresi Linear Sederhana | Error! Bookmark not defined. |
| 2.7.1 | Metode Kuadrat Terkecil (<i>Ordinary Least Squares</i> (OLS))..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.7.2 | Asumsi-Asumsi Metode OLS..... | Error! Bookmark not defined. |

- 2.8 Regresi Berganda ... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.9 Pengujian Asumsi Regresi Klasik **Error! Bookmark not defined.**
- 2.9.1 Multikolinearitas **Error! Bookmark not defined.**
- 2.9.2 Heterokedastisitas **Error! Bookmark not defined.**
- 2.9.3 Autokorelasi **Error! Bookmark not defined.**
- 2.9.4 Uji Normalitas **Error! Bookmark not defined.**
- 2.10 *P-value* **Error! Bookmark not defined.**
- 2.11 Analisis Korelasi **Error! Bookmark not defined.**
- 2.12 Korelasi Parsial **Error! Bookmark not defined.**
- 2.13 Pengujian (Diagnostic Checking) **Error! Bookmark not defined.**
- 2.13.1 Uji Hipotesis Keseluruhan Regresi secara Bersama-sama **Error! Bookmark not defined.**
- 2.13.2 Koefisien Determinasi **Error! Bookmark not defined.**
- 2.13.3 Uji Hipotesis Parsial untuk tiap Koefisien Regresi **Error! Bookmark not defined.**
- 2.14 Fungsi Densitas Peluang **Error! Bookmark not defined.**

- 2.15 Integral tak wajar ... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.16 Regresi Nonparametrik**Error! Bookmark not defined.**
- 2.16.1 Regresi Kernel **Error! Bookmark not defined.**
- 2.16.2 Estimator Densitas Kernel ... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.16.3 *Kernel Smoothing***Error! Bookmark not defined.**
- 2.16.4 Pemilihan Bandwidth Optimal **Error! Bookmark not defined.**
- 2.17 Ukuran Ketepatan Estimator **Error! Bookmark not defined.**
- 2.18 Pariwisata **Error! Bookmark not defined.**
- 2.19 Komponen Pariwisata**Error! Bookmark not defined.**
- 2.19.1 Wisatawan (*Tourist*)**Error! Bookmark not defined.**
- 2.19.2 Sarana Wisata . **Error! Bookmark not defined.**
- 2.20 Definisi Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara..... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.21 Definisi Statistik Hotel dan Akomodasi Lainnya di Indonesia **Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODOLOGI PENELITIAN. Error! Bookmark not defined.

3.1 Jenis dan Sumber Data.....**Error! Bookmark not defined.**

3.2 Definisi Operasional dari Variabel Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Metode Analisis Data**Error! Bookmark not defined.**

3.4 Tahap Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5 Flow Chart Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

BAB IV PEMBAHASAN Error! Bookmark not defined.

4.1 Regresi Nonparametrik Kernel ... **Error! Bookmark not defined.**

4.2 Estimator Nadaraya-Watson..**Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Estimasi Bias dan Varians ... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Sifat Asimptotik Kernel Nadaraya-Watson Orde Tak Hingga **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Regresi Nonparametrik Multivariat **Error! Bookmark not defined.**

4.4 Penerapan pada Fungsi Kernel.... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.1 Fungsi kernel Gaussian ..**Error! Bookmark not defined.**

4.4.2 Fungsi Kernel Kuartik....**Error! Bookmark not defined.**

4.5 Pemilihan Bandwidth Optimal **Error! Bookmark not defined.**

BAB V STUDI KASUS..... Error! Bookmark not defined.

5.1 Deskripsi Data **Error! Bookmark not defined.**

5.2 Analisis Korelasi **Error! Bookmark not defined.**

5.3 Analisis Regresi Berganda**Error! Bookmark not defined.**

5.4 Uji Asumsi Klasik.. **Error! Bookmark not defined.**

5.4.1 Uji Multikolinearitas**Error! Bookmark not defined.**

5.4.2 Uji Heterokedastisitas ...**Error! Bookmark not defined.**

5.4.3 Uji Autokorelasi**Error! Bookmark not defined.**

5.4.4 Uji Normalitas Data**Error! Bookmark not defined.**

| | | |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|
| 5.4.5 | Uji Normalitas <i>Residual</i> . | Error! Bookmark not defined. |
| 5.5 | Uji Keseluruhan dari Koefisien Regresi | Error! Bookmark not defined. |
| 5.6 | Uji Parsial untuk Tiap Koefisien Regresi | Error! Bookmark not defined. |
| 5.7 | Analisis Regresi Kernel | Error! Bookmark not defined. |
| 5.8 | Pemilihan <i>Bandwidth</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.9 | Analisis dengan Estimator Nadaraya-Watson | Error! Bookmark not defined. |
| 5.10 | Perbandingan <i>Mean Square Error</i> (MSE)..... | Error! Bookmark not defined. |
| BAB VI | PENUTUP | 144 |
| 6.1 | Kesimpulan..... | 144 |
| 6.2 | Saran | 146 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 148 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | Error! Bookmark not defined. | |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | Error! Bookmark not defined. | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-------------------------------------|
| Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka | 12 |
| Tabel 2.1 Kategori Keeratan Hubungan | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 2.2 Jenis-jenis fungsi Kernel..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 3.1 Definisi Operasional dari Variabel Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.1 Provinsi Indonesia Tahun 2016 . | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.2 Analisis Korelasi . | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.3 Uji Korelasi..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.4 Uji Normalitas Data | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.5 Uji Asumsi Klasik | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.6 <i>Bandwidth</i> dengan kernel <i>Gaussian</i> (X_1) | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.7 <i>Bandwidth</i> dengan kernel Kuartik (X_1) | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.8 <i>Bandwidth</i> dengan Kernel <i>Gaussian</i> (X_2) | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 5.9 <i>Bandwidth</i> dengan Kernel Kuartik (X_2) | Error! Bookmark not defined. |

Tabel 5.10 *Mean Square Error* (MSE) **Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.1 Plot Data Jumlah Hotel Bintang **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.2 Plot Jumlah Tamu Indonesia **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.3 Plot Jumlah Tamu Asing **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.4 Pola Hubungan Jumlah Hotel dan Jumlah Tamu Indonesia **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.5 Pola Hubungan Jumlah Hotel dan Jumlah Tamu Asing **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.6 Pola Hubungan Jumlah Tamu (Indonesia dan Asing) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.7 Kurva Regresi Linear Berganda **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.8 Kurva Regresi Kernel Gaussian **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.9 Kurva Regresi Kernel Kuartik **Error! Bookmark not defined.**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Variabel X_1, X_2, Y **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 2 Pengujian (*Diagnostic checking*)..... **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 3 Analisis Korelasi dan Uji Asumsi Klasik **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 4 Tabel Distribusi F ($\alpha = 0,05$)**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 5 Tabel Distribusi Chi-Kuadrat**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 6 Tabel Distribusi Normal Standard **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 7 Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov-Smirnov **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 8 Sourcode Estimasi Nadaraya-Watson **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 9 Perbandingan Data Asli dan Estimasi **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SIMBOL

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| $m(x_i)$ | = fungsi regresi |
| ε_i | = variabel galat |
| Y_i | = variabel dependen |
| X_i | = variabel independen |
| n | = banyaknya observasi |
| $f_h(x)$ | = fungsi densitas peluang |
| K | = fungsi Kernel |
| h | = <i>bandwidth</i> |
| I | = fungsi indikator |
| MSE | = <i>Mean Square Error</i> |
| GCV | = <i>Generalized Cross Validation</i> |

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

ANALISIS REGRESI KERNEL DENGAN ESTIMATOR NADARAYA-WATSON

(Studi Kasus : Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah
Hotel Bintang di Indonesia Tahun 2016)

Oleh:

Rani Handayani
15610013

Regresi linear adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen; respon; Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen; prediktor; X). Dalam analisis regresi terdapat dua pendekatan yaitu pendekatan parametrik dan pendekatan nonparametrik. Dalam regresi nonparametrik, untuk mengestimasi sebaran data digunakan teknik *smoothing*, salah satunya yaitu estimator kernel yang telah di definisikan oleh Nadaraya dan Watson pada tahun 1964 sehingga disebut juga estimator kernel Nadaraya-Watson.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pendekatan estimator kernel dalam regresi nonparametrik pada data sekunder yakni jumlah tamu (Indonesia dan Asing) dan jumlah hotel bintang di Indonesia yang di data menurut provinsi tahun 2016. Adapun fungsi kernel yang digunakan yakni fungsi kernel *Gaussian* dan fungsi kernel kuartik. Dalam analisis tersebut membutuhkan satu komponen penting yakni *bandwidth* optimal yang sangat mempengaruhi hasil estimasi kurva regresi. Penentuan *bandwidth* optimum diperoleh dengan bantuan *software* MATLAB berdasarkan kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum. Selain itu *software* MATLAB juga digunakan untuk

memperoleh nilai *Mean Square Error* (MSE) sebagai tolak ukur ketepatan estimator yang digunakan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *bandwidth* optimum untuk regresi kernel *Gaussian* adalah 0,01 dengan MSE sebesar $4,6581 \times 10^{-4}$ dan untuk regresi kernel Kuartik adalah 0,01 dengan MSE sebesar 9,8888. Berdasarkan hal tersebut diperoleh bahwa regresi kernel *Gaussian* menghasilkan *Mean Square Error* (MSE) terkecil dan dapat disimpulkan bahwa estimator kernel *Gaussian* menghasilkan model yang lebih baik daripada regresi kernel Kuartik.

Kata Kunci : *Bandwidth*, Estimator Nadaraya Watson, Fungsi kernel *Gaussian*, Fungsi kernel Kuartik, Regresi Nonparametrik Kernel.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dahulu statistik hanya digunakan untuk menggambarkan keadaan dan menyelesaikan masalah-masalah kenegaraan saja seperti perhitungan banyaknya penduduk, pembayaran pajak, mencatat pegawai yang masuk dan keluar, membayar gaji pegawai, mencatat perkembangan hasil kebun dan lainnya. Namun, di era globalisasi ini hampir semua bidang menggunakan statistik bergantung pada masalah yang dijelaskan oleh nama statistik itu sendiri (Kurniawati, 2012).

Kata “Statistik” telah digunakan untuk membatasi cara-cara ilmiah untuk mengumpulkan, menyusun, meringkas, dan menyajikan data penyelidikan. Lebih lanjut statistik merupakan cara untuk mengolah data tersebut dan menarik kesimpulan-kesimpulan yang teliti dan keputusan-keputusan yang logik dari pengolahan data tersebut (Hadi, 2004).

Statistik dapat digunakan sebagai ukuran wakil dari sekelompok fakta. Dalam memperoleh sejumlah informasi yang menjelaskan masalah untuk ditarik kesimpulan yang benar harus melalui beberapa proses, yaitu proses pengumpulan informasi, pengolahan informasi, dan proses penarikan kesimpulan. Kesemuanya itu memerlukan

pengetahuan tersendiri yang disebut statistika (Kurniawati, 2012).

Statistika dalam arti sempit (statistika deskriptif) ialah statistika yang mendiskripsikan atau menggambarkan tentang data yang disajikan dalam bentuk tabel, diagram, pengukuran tendensi sentral (rata-rata hitung, rata-rata ukur dan rata-rata harmonik), pengukuran penempatan (median, kuartil, desil, dan persentil), pengukuran penyimpangan (range, rentangan semi antarkuartil, simpangan rata-rata, simpangan baku, varians, koefisien varians, dan angka baku), angka indeks serta mencari kuatnya hubungan dua variabel, melakukan peramalan (prediksi) dengan menggunakan analisis regresi linear, membuat perbandingan (komparatif). Tetapi dalam analisis korelasi, regresi maupun komparatif tidak perlu menggunakan uji signifikansi lagi pula tidak bermaksud membuat generalisasi (bersifat umum) (Sudjana, 2004).

Pada penelitian tugas akhir ini, memanfaatkan statistik sebagai alat untuk analisis regresi linear. Regresi linear adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen; respon; Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen; prediktor; X). Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut sebagai regresi linear sederhana, sedangkan apabila terdapat

lebih dari satu variabel bebas, disebut sebagai regresi linear berganda (Kurniawan, 2008).

Dalam analisis regresi terdapat dua pendekatan yaitu pendekatan parametrik dan pendekatan nonparametrik. Dalam pendekatan parametrik, bentuk hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor diketahui atau diperkirakan dari bentuk kurva regresi, misalnya diasumsikan membentuk pola linear, kuadratik, eksponensial, dan polinomial dan juga harus memenuhi asumsi yang ketat yaitu sisaan berdistribusi normal dan memiliki variansi yang konstan (Sukarsa & Srinadi, 2012).

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-NN*, deret *fourier*, dan *wavelet* (Eubank, 1998).

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan regresi nonparametrik Kernel dengan estimator Nadaraya-Watson karena Nadaraya dan Watson pada tahun 1964 mendefinisikan estimator regresi kernel sehingga disebut

estimator Nadaraya-Watson atau bisa juga disebut dengan estimator kernel Nadaraya-Watson (Hardle, 1994).

Penggunaan regresi di atas karena diketahui bahwa kelebihan dari estimator kernel adalah memiliki kemampuan yang baik dalam memodelkan data yang tidak mempunyai pola tertentu (Hardle, 1994). Selain itu, estimator kernel lebih fleksibel, bentuk matematisnya mudah, dan dapat mencapai tingkat kekonvergenan yang relatif cepat (Budiantara & Mulianah, 2007). Fungsi kernel dapat berupa kernel *uniform*, kernel segitiga, kernel *epanechnikov*, kernel kuartik, kernel *triweight*, kernel *cosinus* atau kernel Gaussian (Hardle, Muller, Sperlich, & Werwatz, 2004).

Adapun studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah hotel bintang di Indonesia menurut provinsi tahun 2016. Faktor-faktor yang digunakan antara lain jumlah tamu Indonesia dan Asing pada hotel bintang di Indonesia.

Hal-hal yang melatarbelakangi pemilihan studi kasus tersebut karena diramalkan bahwa sektor pariwisata global akan menjadi industri terbesar di dunia (*The Globalization of The World's Largest Industry*). Dalam industri pariwisata terbuka peluang untuk meningkatkan perolehan devisa negara. Selain itu pariwisata juga merupakan faktor penting dalam pembangunan ekonomi negara, karena mendorong perkembangan beberapa sektor perekonomian nasional, salah

satunya yaitu meningkatkan industri-industri baru yang erat kaitannya dengan pariwisata seperti : *Transportation, Accomodation, (Hotel, Motel, Holiday Village, Camping Sites, dan lain lain)* (Yoeti, 2008)

Menurut *World Tourism Organization (WTO)* terdapat 4 sub-sektor yang termasuk dalam usaha jasa pariwisata dan perjalanan yaitu *Hotel and restaurants (including catering), Travel agencies and operators services, Tourist guides services, and other*. Berdasarkan pemaparan tersebut, diketahui bahwa hotel merupakan salah satu dari 4 sub-sektor tersebut (Simatupang, 2009).

Kehadiran hotel sangat vital dalam pariwisata, karena merupakan satu mata rantai penting dalam sistem pembangunan pariwisata. Hotel menjadi penggerak atau motornya industri pariwisata, atau salah satu gerbongnya industri jasa pariwisata. Berbagai kota baik pariwisatanya yang sudah berkembang, maupun yang belum berkembang, kehadiran hotel menjadi penggerak berbagai sektor perekonomian suatu daerah (Arjana, 2016).

Berkaitan dengan hotel, ada satu hal yang menarik di Indonesia yakni sejak proklamasi kemerdekaannya, Indonesia membutuhkan waktu 45 tahun untuk menyadari kebutuhan pengaturan dibidang pariwisata, dan setidaknya selama 28 tahun sejak pariwisata mulai tumbuh dan berkembang yaitu ketika berdirinya hotel berstandar internasional (Hotel

Indonesia) tahun 1962. Dengan kata lain aktivitas pariwisata di Indonesia sebenarnya diproklamirkan ketika Hotel Indonesia diresmikan (Simatupang, 2009).

Berdasarkan hal-hal tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan analisis regresi nonparametrik kernel dalam melihat faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah hotel bintang di Indonesia dengan judul penelitian yang digunakan adalah “Analisis Regresi Kernel dengan Estimator Nadaraya-Watson”.

1.2 Batasan Masalah

Untuk menghindari terdapatnya ruang lingkup masalah yang terlalu luas dalam penelitian ini, maka peneliti memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya-Watson dan analisis regresi linear berganda sebagai pembanding.
2. Data-data yang digunakan pada penelitian ini adalah data-data yang terdapat di Badan Pusat Statistik (BPS) berupa data sekunder yaitu data terkait jumlah hotel, jumlah tamu Indonesia dan jumlah tamu Asing pada Hotel Bintang di Indonesia tahun 2016. Variabel yang digunakan yaitu variabel Jumlah Hotel (sebagai variabel tak bebas/ dependen), variabel Jumlah Tamu Indonesia dan Jumlah Tamu Asing (sebagai variabel bebas/independen)

3. Alat analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Microsoft Excel*, *Eviews 9*, *SPSS* dan *MATLAB*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, berikut beberapa rumusan masalah yang diangkat peneliti :

1. Bagaimana langkah-langkah analisis regresi nonparametrik kernel Nadaraya-Watson?
2. Bagaimana perbandingan hasil analisis antara regresi linear berganda, regresi kernel Gaussian Nadaraya-Watson dan regresi kernel Kuartik Nadaraya-Watson dalam memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah hotel bintang di Indonesia tahun 2016?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, diketahui tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui langkah-langkah analisis regresi nonparametrik kernel Nadaraya-Watson.
2. Mengetahui perbandingan hasil analisis antara regresi linear berganda, regresi kernel Gaussian Nadaraya-Watson dan regresi kernel Kuartik Nadaraya-Watson dalam memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah hotel bintang di Indonesia tahun 2016.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapaun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

- a. Sebagai salah satu syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Strata 1 (S1).
- b. Menambah pengetahuan terkait dengan metode analisis dalam statistika serta pengaplikasiannya pada suatu data.
- c. Mengetahui dan memahami regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya-Watson

2. Bagi Program Studi Matematika

Menjadi acuan atau tambahan referensi dengan harapan dapat dimanfaatkan, dipelajari, dan dipahami dengan baik sebagai salah satu alat bantu untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagi Pengusaha (dibidang perhotelan)

Diharapkan dapat membantu memberikan informasi terkait faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah hotel bintang di Indonesia sehingga kedepannya dapat menjadi pertimbangan untuk hal-hal yang telah disebutkan sebelumnya dengan lebih baik.

1.6 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa tinjauan pustaka seperti jurnal, buku, dan skripsi atau penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan

penelitian yang dilakukan peneliti saat ini. Adapun penelitian-penelitian terdahulu yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jurnal Matematika Vol. 2 No. 1, Juni 2012. ISSN : 1693-1394 oleh I Komang Gede Sukarsa dan I Gusti Ayu Made Srinadi dari Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali dalam jurnalnya yang berjudul “Estimator Kernel Dalam Model Regresi Nonparametrik”. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari buku *Applied Nonparametric Regression* yaitu data simulasi tabrakan sepeda motor pada suatu *Post Mortem Human Test Object* (PTMO). metode yang digunakan adalah model regresi nonparametrik diestimasi menggunakan estimator kernel, dengan fungsi kernel *Triangle* dan kernel *Gaussian*, dengan macro program menggunakan *software S-plus*. Adapun hasil yang diperoleh bahwa untuk data *motorcycle* diperoleh *bandwidth* optimal untuk estimator kernel *Triangle* sebesar 2,365 dan kernel *Gaussian* sebesar 1,090.
2. Penelitian Nuzulul Maysyaroh (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Regresi Nonparametrik Kernel Nadaraya-Watson dalam Data *Time Series*”. Studi kasus yang digunakan adalah Penutupan Indeks Harga Saham Harian Jakarta Islamic Index (JII) Periode 3 Maret 2014 – 30 Maret 2015. Pada penelitian ini menggunakan metode regresi

nonparametrik dengan fungsi kernel Gaussian dan estimator Nadaraya-Watson untuk mengetahui hubungan antara dua variabel. Data yang digunakan adalah data Penutupan Indeks Harga Saham Harian Jakarta Islamic Index (JII) Periode 3 Maret 2014 – 30 Maret 2015 dan data kurs periode 3 Maret 2014 – 30 Maret 2015. Adapun hasil yang diperoleh bahwa yang paling berpengaruh pada regresi nonparametrik kernel adalah pada pemilihan *bandwidth* (h) atau tingkat kemulusan data serta diperoleh bahwa kurs mempengaruhi pergerakan harga indeks *Jakarta Islamic Indeks* (JII).

3. Penelitian Sofiyatin Nisa (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Estimator Kernel *Epanechnikov* dan Kernel Triangle pada Data Rata-Rata Bulanan Bilangan Sunspot NOAA”. Studi kasus yang digunakan adalah hasil pengamatan *sunspot* dari bulletin *Solar-Geophysical Data NOAA* (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) dari tahun 1954 sampai tahun 2008. Pada penelitian ini menggunakan metode regresi nonparametrik dengan estimator kernel *epanechnikov* dan kernel *triangle*. Adapun hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah dari kedua estimator kernel yang digunakan, diperoleh estimator terbaik dengan cara membandingkan kurva regresi hasil estimasi, nilai MSE, RMSE, dan MAD.

4. Penelitian Tri Ayuningtyas (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Regresi Nonparametrik Kernel Nadaraya-

Watson dalam *Data Time Series*". Studi kasus yang digunakan adalah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) terhadap kurs, inflasi, dan tingkat suku bunga periode januari 2015 – Maret 2018. Pada penelitian ini menggunakan analisis parametrik yaitu regresi linear berganda dan analisis nonparametrik kernel dengan menggunakan estimasi Nadaraya-Watson dan fungsi kernel Gaussian untuk kemudian dibandingkan hasil dari kedua analisis tersebut dan diperoleh hasil bahwa metode terbaik untuk memprediksi IHSG yaitu menggunakan regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya-Watson. Pemulusan kurva menggunakan nilai *bandwidth* (h). Hasil perhitungan regresi nonparametrik *bandwidth* sebesar 305,1946. Adapun hasil yang diperoleh berdasarkan analisis regresi nonparametrik kernel bahwa kurs mempengaruhi pergerakan IHSG seiring waktu.

Penelitian-penelitian di atas merupakan materi yang menginspirasi peneliti untuk menyusun penelitian ini. Terdapat persamaan dan perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian saat ini yang disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

| No | Peneliti | Metode (Estimasi, Pemilihan <i>Bandwidth</i>) | Objek |
|----|---|--|--|
| 1. | I Komang Gede Sukarsa dan I Gusti Ayu Made Srinadi (2012) | Regresi kernel Nadaraya-Watson (Univariat) dengan fungsi Kernel Triangle dan Gaussian. Pemilihan <i>bandwidth</i> dengan <i>Generalized Cross Validation</i> . | Simulasi tabrakan sepeda motor pada suatu Post Mortem Human Test Object (PTMO). |
| 2. | Nuzulul Maysyaroh (2015) | Regresi linear Sederhana dan Regresi kernel Nadaraya-Watson (Univariat) dengan fungsi Kernel Gaussian. Pemilihan <i>bandwidth</i> dengan <i>Cross Validation</i> . | Penutupan Indeks Harga Saham Harian Jakarta Islamic Index (JII) Periode 3 Maret 2014 – 30 Maret 2015 |
| 3. | Sofiyatin Nisa' (2016) | Regresi kernel Nadaraya-Watson (Univariat) dengan fungsi Kernel Triangle dan Gaussian. Pemilihan <i>bandwidth</i> dengan <i>Generalized Cross Validation</i> . | Hasil pengamatan <i>sunspot</i> dari bulletin <i>Solar-Geophysical Data</i> NOAA (<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>) dari tahun 1954 sampai tahun 2008. |

| | | | |
|----|------------------------|---|--|
| 4. | Tri Ayuningtyas (2018) | Regresi linear berganda dan Regresi Kernel Nadaraya-Watson (Univariat) dengan fungsi Kernel : Kernel Gaussian. Pemilihan <i>bandwidth</i> dengan <i>Cross Validation</i> | Indeks Harga Gabungan terhadap kurs, inflasi, dan tingkat suku bunga periode januari 2015 – Maret 2018 |
| 5. | Rani Handayani (2019) | Regresi linear berganda dan Regresi Kernel dengan Estimator Nadaraya-Watson (Multivariat) dengan fungsi Kernel Gaussian dan Kernel Kuartik. Pemilihan <i>bandwidth</i> dengan <i>Generalized Cross Validation (GCV)</i> . | Jumlah Tamu Indonesia, Jumlah Tamu Asing dan Jumlah Hotel Bintang di Indonesia Tahun 2016 |

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan memudahkan pembaca untuk memahami penulisan dalam penelitian ini secara sederhana, runtut, jelas, dan dengan harapan mudah untuk dipahami. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini, akan membahas tentang hal-hal yang melatar belakangi peneliti menyusun penelitian ini, pembatasan masalah yang diangkat, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan tinjauan pustaka yang merupakan inspirasi sekaligus acuan dalam penyusunan serta sistematika penulisan sebagai gambaran sederhana dari penelitian ini secara garis besar.

2. BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang teori-teori yang menunjang atau dapat membantu sebagai penguat pembahasan analisis dalam penelitian yang dilakukan terkait analisis data dengan menggunakan regresi nonparametrik kernel dengan estimator Nadaraya-Watson.

3. BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang cara, metode, atau langkah-langkah analisis yang digunakan dalam penelitian. Selain itu juga memuat sumber data dan identifikasi variabel yang digunakan.

4. BAB IV : PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode analisis yang diteliti, dalam hal ini adalah terkait dengan analisis regresi kernel dengan estimator Nadaraya-Watson.

5. BAB V : STUDI KASUS

Pada bab ini akan dilakukan analisis terhadap studi kasus yang digunakan dalam penelitian dengan menggunakan metode yang telah dibahas pada bab IV sebelumnya.

6. BAB VI : PENUTUP

Pada bab ini, membahas tentang kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya. Selain kesimpulan, pada bab ini juga terdapat saran-saran untuk penelitian selanjutnya yang sekiranya masih relevan dengan penelitian ini.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Langkah-langkah analisis regresi nonparametrik kernel Nadaraya-Watson sebagai berikut:

- a. Memasukkan data-data yang dibutuhkan baik berupa variabel dependen (Y) maupun variabel independen (X).
- b. Menentukan nilai-nilai *bandwidth* yang akan digunakan untuk masing-masing variabel independen.
- c. Menghitung nilai $\hat{m}(x)$ untuk kedua variabel independen secara terpisah.
- d. Menghitung nilai MSE dari kedua variabel independen yang dianalisis secara terpisah.
- e. Menghitung *Generalized Cross Validation (GCV)* dengan formula:

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(1 - H(h))\right)^2}$$

- f. Menentukan nilai *GCV* minimum dan memilih nilai *bandwidth* (h) optimal dari nilai *GCV* minimum tersebut baik untuk variabel jumlah tamu Indonesia (X_1) maupun jumlah tamu Asing (X_2).

- g. Menghitung nilai $\hat{m}(x)$ dari kedua variabel independen yang dianalisis secara bersama-sama dan kemudian dihitung nilai MSE untuk masing-masing analisis baik menggunakan regresi kernel *Gaussian* maupun regresi kernel Kuartik.
 - h. Memilih analisis yang menghasilkan *MSE* terkecil antara regresi kernel *Gaussian* dan regresi kernel Kuartik.sebagai model terbaik.
2. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa regresi kernel Nadaraya-Watson memiliki sifat tak bias, konsisten dan efisien secara asimptotik. Selain itu, diperoleh nilai *bandwidth* optimum untuk regresi kernel *Gaussian* yakni 0,01 dengan nilai MSE sebesar $4,6581 \times 10^{-4}$ dan untuk regresi kernel Kuartik nilai *bandwidth* optimumnya adalah 0,01 dengan nilai MSE sebesar 9,8888. Sedangkan sebagai pembandingan, regresi linear berganda menghasilkan nilai MSE yang cukup kecil yakni 3,386. Berdasarkan tiga analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa regresi kernel *Gaussian* menghasilkan MSE terkecil dan menghasilkan model yang lebih baik dibandingkan dengan regresi kernel Kuartik dan regresi linear berganda.

6.2 Saran

Berdasarkan segala bentuk proses yang dialami peneliti, baik berupa memahami studi literatur, menganalisis hingga memperoleh hasil akhir, maka peneliti memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan estimator selain dari *Nadaraya Watson* seperti *Priety Chao* dan *Gasser Muller*, karena untuk strata 1 masih jarang yang menggunakan estimator tersebut.
2. Berkaitan dengan pemilihan *bandwidth (h)* optimal, dalam penelitian ini menggunakan kriteria *Generalized Cross Validation (GCV)* minimum. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lain seperti *Unbiased Cross Validation (UCV)*, *Biased Cross Validation (BCV)*, *Complete Cross Validation (CCV)* dan lain lain.
3. Dalam menentukan metode terbaik dalam penelitian ini menggunakan penentuan *Mean Square Error (MSE)* terkecil. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan selain dari MSE seperti MISE.
4. Berkaitan dengan fungsi kernel yang digunakan, pada penelitian ini menggunakan dua fungsi kernel yakni kernel *Gaussian* dan kernel kuartik. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan selain dari kedua fungsi tersebut seperti *triangle*, *cosinus*, *triweight*, *epanechnikov* dan lain-lain.

5. Berkaitan dengan studi kasus yang digunakan, pada penelitian ini menggunakan studi kasus yang berkaitan dengan perhotelan. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis data yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Eubank, R. (1998). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Apriani, M. S., & Haryatmi, S. (2015). Sifat Asimtotik Estimator Nadaraya-Watson dengan Kernel Orde Tak Hingga. *AdMathEdu Vol.5 No.1*, 54-53.
- Arjana, I. G. (2016). *Geografi Pariwisata dan Ekonomi Kreatif*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Bain, L. J., & Engelhardt, M. (1991). *Introduction to Probability and Mathematical Statistic*. Pacific Grove: Duxbury.
- Baisuni, L. J.(1986). *Kalkulus*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Budiantara, I. N., & Mulianah. (2007). Pemilihan Bandwidth Optimum dalam Regresi Semiparametrik Kernel dan Aplikasinya. *Sigma: Jurnal Sains dan Teknologi Vol 10, No 2*, 159-166.
- Dale, V., & Edwin, J. P. (2010). *Jilid Dua Kalkulus. Terjemahan (Drs. I Nyoman Susila M.Sc)*. Tangerang: Binatuba Aksara Publisher.
- Djarwanto. (2001). *Statistik Nonparametrik*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Esty, & Subekti, R. (2014). Regresi Kernel dengan Metode Nadaraya Watson. *Jurnal Matematika Edisi 1, Volume III*.

- Eubank, R. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Gunawan, S. (2007). *Ekonometrika Pengantar*. Yogyakarta: BPFE.
- Hadi, S. (2004). *Statistik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Halim, S., & Bisono, I. (2006). Fungsi-fungsi Kernel Pada Metode Regresi Nonparametrik Dan Aplikasinya Pada Priest River Experimental Forest's Data. *Jurnal Teknik Industri*, 73-81.
- Hardle, W. (1994). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Hardle, W., Muller, M., Sperlich, S., & Werwatz, A. (2004). *Nonparametric and Semiparametric Models*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hasan, M. I. (2002). *Pokok-pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Kurniawan, D. (2008). Regresi Linear. *Forum Statistika*, 1-17.
- Kurniawati, S. (2012). Program Statistik: Upaya Memotivasi Mahasiswa. *Media Bina Ilmiah*, 62-67.
- Malau, R. A., Triwidiastuti, S. E., & Pardede, T. (2007). *Metode Statistika Nonparametrik*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Nurgiyantoro, B., Gunawan, & Marzuki. (2017). *Statistik Terapan Untuk Penelitian Ilmu Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Nyoman, S. P. (2005). Glosari Pariwisata Kontemporer. In V. Simatupang, *Pengaturan Hukum Kepariwisataan Indonesia* (p. 25). Bandung: PT Alumnii.
- Puspitasari, I., Suparti, & Wilandari, Y. (2012). Analisis Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Menggunakan Model Regresi Kernel. *Jurnal Gaussian, Volume 1, Nomor 1*, 93-102.
- Qudratullah, M. F. (2013). *Analisis Regresi Terapan: Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Qudratullah, M. F. (2017). *Statistik Nonparametrik Terapan: Teori, Contoh Kasus, & Aplikasi dengan IBM SPSS*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Roussas, G. (1973). *A First Course in Mathematical Statistics*. Taiwan: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Salam, N. (2013). Estimasi Likelihood Maximum Penalized Dari Model Regresi Semiparametrik. *Prosiding Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro 2013* (pp. 571-582 ISSN ISBN: 978-602-14387-0-1). Semarang: Universitas Diponegoro.
- Santoso, S. (2010). *Statistik Nonparametrik*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Santoso, S. (2010). *Statistik Parametrik*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Saputra, J. A., & Listyani, E. (2016). Pemilihan Bandwidth Pada Estimator Nadaraya-Watson Dengan Tipe

- Kernel. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 1-7.
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall New York.
- Simatupang, V. (2009). *Pengaturan Hukum Kepariwisataaan Indonesia*. Bandung: PT Alumni.
- Simbolon, H. (2009). *Statistika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stephen, B. J. (2009). Hospitality Law. In V. Simatupang, *Pengaturan Hukum Kepariwisataaan Indonesia* (p. 24). Bandung: PT Alumni.
- Sudjana. (2004). *Metoda Statistika*. Bandung: PT Tarsito.
- Sukarsa, I. G., & Srinadi, I. A. (2012). Estimator Kernel dalam Model Regresi Nonparametrik. *Jurnal Matematika Vol 2 No 1*, 19-30.
- Sukarsa, I. G., Srinadi, I. M., & Lestari, N. P. (2012). Perbandingan Estimator Kernel dan Estimator Spline Dalam Model Regresi Nonparametrik. *KNM XVI*, 581-590.
- Supangat, A. (2007). *Statistika Dalam Kajian Deskriptif, Inferensi, Dan Nonparametrik*. Jakarta: Predana Media.
- Wand, M. P., & Jones, M. C. (1995). *Kernel Smoothing*. New York: Chapman and Hall.

Widarjono, A. (2010). *Analisis Statistika Multivariat Terapan*. Yogyakarta: Unit PenerbitT Dan Percetakan.

Yoeti, O. A. (2008). *Ekonomi Pariwisata*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara.

<https://www.bps.go.id/subject/16/pariwisata.html#subjekViewTab1>

<https://bps.go.id/>

[http://sfb649.wiwi.hu-](http://sfb649.wiwi.hu-berlin.de/fedc_homepage/xplore/tutorials/xlghtmlnode35.htm)

[berlin.de/fedc_homepage/xplore/tutorials/xlghtmlnode35.htm](http://sfb649.wiwi.hu-berlin.de/fedc_homepage/xplore/tutorials/xlghtmlnode35.htm)

!