

**ANALISIS PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB) DENGAN REGRESI  
NONPARAMETRIK KERNEL MENGGUNAKAN ESTIMATOR  
PRIESTLEY-CHAO**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh  
**GHIFFAROH FUDLLAYATI**  
**H02217005**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : GHIFFAROH FUDLLAYATI

NIM : H02217005

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " ANALISIS PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB) DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL MENGGUNAKAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 16 Juli 2021

Yang menyatakan,



**GHIFFAROH FUDLLAYATI**

**NIM. H02217005**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

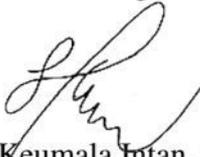
Skripsi oleh

Nama : GHIFFAROH FUDLLAYATI  
NIM : H02217005  
Judul Skripsi : ANALISIS PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB)  
DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL  
MENGUNAKAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 16 Juli 2021

Pembimbing I

  
Putroue Keumala Intan, M.Si  
NIP. 198805282018012001

Pembimbing II

  
Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya

  
Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : GHIFFAROH FUDLLAYATI  
NIM : H02217005  
Judul Skripsi : ANALISIS PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB)  
DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK KERNEL  
MENGUNAKAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 22 Juli 2021

Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



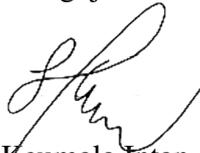
Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Penguji II



Wika Dianita Utami, M.Sc  
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Putroue Keumala Intan, M.Si  
NIP. 198805282018012001

Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag  
NIP. 197312272005012003



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: [perpus@uinsby.ac.id](mailto:perpus@uinsby.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : GHIFFAROH FUDLLAYATI  
NIM : H02217005  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA  
E-mail address : ghifah@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi     Tesis     Desertasi     Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

ANALISIS PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB) DENGAN REGRESI

NONPARAMETRIK KERNEL MENGGUNAKAN ESTIMATOR PRIESTLEY-CHAO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 15 Agustus 2021

Penulis

(GHIFFAROH FUDLLAYATI)







2.7. Analisis Regresi . . . . .	24
2.8. Regresi Nonparametrik . . . . .	25
2.8.1. Regresi Kernel . . . . .	25
2.9. Estimasi Kernel . . . . .	26
2.10. Estimator Priestley-Chao . . . . .	28
2.11. Fungsi Kernel . . . . .	30
2.12. Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum . . . . .	31
2.13. MAPE ( <i>Mean Absolute Percentage Error</i> ) . . . . .	32
2.14. Integrasi Keilmuan . . . . .	33
2.14.1. Kajian Tentang Estimasi . . . . .	33
2.14.2. Kajian Tentang Jual Beli . . . . .	36
<b>III METODE PENELITIAN . . . . .</b>	<b>44</b>
3.1. Jenis Penelitian . . . . .	44
3.2. Jenis dan Sumber Data . . . . .	44
3.3. Variabel Data . . . . .	45
3.4. Teknik Analisis Data . . . . .	46
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN . . . . .</b>	<b>48</b>
4.1. Deskripsi Data . . . . .	48
4.2. Normalisasi Data . . . . .	51
4.3. Uji Asumsi Klasik . . . . .	53
4.3.1. Uji Normalitas Data . . . . .	53
4.3.2. Uji Autokorelasi . . . . .	54
4.3.3. Uji Multikolinearitas . . . . .	55
4.4. Analisis Korelasi . . . . .	56
4.5. Data Training . . . . .	58
4.6. Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimum . . . . .	60
4.7. Pembentukan Model Regresi Kernel . . . . .	63
4.7.1. Estimator Priestley-Chao . . . . .	63
4.7.2. Model Regresi Kernel Gaussian . . . . .	63
4.7.3. Model Regresi Kernel Cosinus . . . . .	64









kinerja baik maupun buruk. Pertumbuhan ekonomi berarti kenaikan total produksi suatu barang maupun jasa. Hal ini dapat diukur menggunakan perubahan Produk Domestik Bruto (PDB) riil dan perubahan PDB riil per kapita. Nilai PDB akan menggambarkan bagaimana kemampuan suatu negara dalam menjalankan dan memanfaatkan sumber daya yang ada untuk memajukan pertumbuhan PDB. PDB menggambarkan nilai pasar dari semua barang juga jasa yang diproduksi dalam waktu tertentu (Yuliadi and P., 2017).

Suatu upaya pembenahan kondisi infrastruktur untuk mengurangi ketidakseimbangan pendapatan dan memiliki dampak jangka panjang bagi PDB adalah penting. Upaya untuk pembenahan ini perlu adanya suatu kebijakan ekonomi. Pelaksanaan kebijakan ekonomi memerlukan penilaian keadaan ekonomi secara *real time*. Tugas menantang yang menjadi lebih sulit ketika indikator makroekonomi dirilis dengan penundaan. Melacak kondisi ekonomi dapat menjadi sangat penting untuk memahami siklus bisnis yang meluas dan membentuk proyeksi ekonomi. Memeriksa dimensi dari fluktuasi ekonomi penting bagi pembuat kebijakan, karena dapat mengungkapkan wawasan yang berguna tentang dampak dan proses penyesuaian dari berbagai macam guncangan. Diharapkan dengan adanya pembenahan kondisi infrastruktur bisa mengurangi ketidakseimbangan pendapatan yang memiliki dampak pada PDB jangka panjang dan diharapkan dapat mendukung pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang (Chernis et al., 2020).

Pada dasarnya ada dua jenis PDB, yaitu PDB yang dihitung atas dasar harga berlaku dan PDB yang dihitung atas dasar harga konstan. PDB atas dasar harga berlaku mendeskripsikan tentang nilai tambahnya barang dan jasa yang dihitung dengan harga berlaku setiap tahunnya. PDB ini dapat dipergunakan untuk



Terdapat sejumlah faktor yang mempengaruhi besar maupun kecilnya PDB, antara lain nilai tukar mata uang (KURS), inflasi, pengeluaran pemerintah, dan konsumsi rumah tangga. KURS pada perekonomian terbuka menjadi salah satu faktor taraf pertumbuhan ekonomi. Akibat dari KURS terhadap taraf pertumbuhan ekonomi bisa diamati dari jalur penawaran agregat (AS), yaitu terbentuknya capital, ataupun permintaan agregat (AD), yaitu melewati investasi dan transaksi perdagangan internasional. Inflasi memiliki pengaruh negatif pada PDB. Pada saat nilai inflasi tinggi hal ini akan membuat PDB mengalami penurunan. Nilai PDB tinggi yang dihasilkan yaitu apabila nilai inflasi semakin rendah (Larasati and Sulasmiyati, 2018).

Indonesia dari tahun 2000-an mengalami penyusutan perekonomian global yang diakibatkan oleh krisis finansial. Hal tersebut mempunyai faktor yang relatif kecil terhadap perekonomian Indonesia. PDB tahun 2009 hingga 2014 puncak tertinggi terjadi tahun 2014 yaitu mencapai 7.98%, sedangkan terendah terjadi tahun 2009 yaitu sebesar 4.54%. Hal ini disebabkan adanya tekanan krisis terhadap perekonomian, seperti kontraksi global. Hal ini tidak hanya akan menimbulkan risiko tinggi di sektor keuangan, tetapi juga dalam aktivitas entitas nasional. Faktor-faktor ini menyebabkan stabilitas mata uang dan penurunan sistem keuangan (Syahputra, 2017).

Adanya pandemi Covid-19, PDB Indonesia mengalami penurunan yang cukup drastis. Akibat dari pertumbuhan negatif pada dua triwulan, Indonesia mengalami resesi. Faktor resesi ini memiliki potensi yang dirasakan oleh masyarakat, antara lain sulit memperoleh lowongan pekerjaan, turunnya taraf konsumsi masyarakat yang disebabkan oleh menurunnya pendapatan, hingga banyaknya terjadi PHK secara besar-besaran. Selain itu, Indonesia diperkirakan



*Busyair bin Yasar dari Sahl bin Abu Hatsmah bahwa Nabi shallallahu 'alaihi wa sallam melarang dari menjual buah hingga nampak kelayakannya, dan memberikan keringanan dalam hal 'araya di beli dengan perkiraannya, dan dimakan pemiliknya dalam bentuk ruthab.' (Sunan Nasa'i 4466)*

Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan prediksi pertumbuhan ekonomi diantaranya, Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia (Syahputra, 2017), Faktor-Faktor yang Mempengaruhi PDB Indonesia dengan Persamaan Simultan 2SLS (Kusumawardani et al., 2012), Pengaruh Inflasi, Ekspor, dan Tenaga Kerja Terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) (Studi pada Indonesia, Malaysia, Singapura, dan Thailand) (Larasati and Sulasmiyati, 2018), Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produk Domestik Bruto Negara-Negara ASEAN Periode 2005-2014 (Milliardo, 2017), *The Factors Influencing Economic Growth in Indonesia Period 1981-2014 Error Correction Model Approach* (Yuliadi and P., 2017).

Data PDB merupakan data runtut waktu yang bergerak secara tren. Biasanya data runtut waktu berkala dimodelkan dengan uji asumsi klasik atau parametrik. Namun pada model parametrik terdapat beberapa asumsi yang harus terpenuhi, seperti data berdistribusi normal, tidak adanya autokorelasi dan multikolinearitas. Pada data ekonomi biasanya terdapat fluktuatif. Data yang bersifat fluktuatif ini dalam uji asumsi klasik sulit terpenuhi. Oleh sebab itu perlu adanya pemodelan data yang tidak diharuskan untuk memenuhi asumsi-asumsi yang selektif. Model alternatif yang digunakan untuk mengatasi masalah tidak terpenuhinya uji asumsi klasik yaitu menggunakan metode regresi nonparametrik (Darmawan, 2014).

Metode analisis yang kerap kali digunakan untuk menganalisis sebuah korelasi antar dua variabel atau lebih, yaitu analisis regresi. Analisis regresi yaitu ilmu statistika guna untuk menganalisis korelasi antara variabel prediktor ( $X$ ) dan variabel respon ( $Y$ ). Korelasi antara kedua variabel tersebut dijelaskan melalui kurva yang dinamakan sebagai kurva regresi (Sukarsa and Srinadi, 2012). Parametrik dan nonparametrik merupakan dua metode yang digunakan dalam analisis regresi. Pada pendekatan parametrik terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi, seperti sebaran pola data yang membentuk pola tertentu, sedangkan dalam pendekatan nonparametrik hanya memiliki sedikit asumsi bahkan pendekatan ini dikatakan sebagai alat analisis data yang berdistribusi bebas atau *free distribution*. Pendekatan nonparametrik ini tidak bergantung pada beberapa asumsi tertentu, seperti kenormalan data dan lain sebagainya. Terdapat beberapa pendekatan yang dapat dipakai pada regresi nonparametrik, seperti histogram, kernel, deret orthogonal, dan spline.

Metode kernel merupakan salah satu metode yang dipakai pada regresi nonparametrik. Regresi kernel adalah teknik statistik yang digunakan untuk memperkirakan ekspektasi bersyarat berdasarkan variabel acak menggunakan fungsi kernel. Regresi kernel ini adalah suatu metode yang fleksibel dan mempunyai perhitungan matematis yang mudah disesuaikan dan mempunyai nilai mean memusat yang relatif cepat. Metode ini memiliki kemampuan pemodelan yang baik untuk data tanpa pola pada data tertentu. Perbedaan metode kernel ini dengan metode regresi nonparametrik lain yaitu kernel lebih khusus pada penggunaan *bandwidth* atau penghalus.

Para peneliti lain tak sedikit yang memakai metode regresi nonparametrik kernel guna memperoleh *output* optimum dari penelitian yang dilakukannya.













- b. Pengeluaran konsumsi pemerintah
- c. Pembentukan modal tetap domestik bruto
- d. Perubahan inventori
- e. Ekspor barang dan jasa
- f. Impor barang dan jasa

Terdapat dua jenis harga dalam PDB, yaitu harga berlaku dan harga konstan. PDB berdasarkan harga berlaku mendeskripsikan nilai pertambahan barang ataupun jasa yang berlaku dalam tiap-tiap tahun. Untuk mengetahui perubahan dan struktur ekonomi dapat digunakan PDB. Sementara itu, PDB berdasarkan harga konstan digunakan untuk memperlihatkan nilai tambahnya barang atau jasa, yang dihitung berdasarkan harga berlaku dalam satu tahun. PDB ini dapat digunakan juga untuk melihat pertumbuhan ekonomi tahunan.

PDB perekonomian nasional diukur dengan sistem statistik hitungan nasional yang terdiri dari informasi rinci tentang indikator seperti produksi, konsumsi, tabungan, dan investasi. PDB biasanya diperkirakan dengan membandingkan indikator kinerja ekonomi di tingkat regional, kota, atau metropolitan (seperti pendapatan atau nilai tambah oleh industri) dengan indikator analogi di tingkat nasional (Kosareva and Polidi, 2017).

## **2.2. Inflasi**

Inflasi yaitu suatu proses di mana melambungnya jumlah harga secara universal, berkepanjangan, dan saling memengaruhi. Peningkatan ini dikaitkan pada mekanisme pasar dan juga diakibatkan oleh beberapa faktor, yang diantaranya melonjaknya tingkat konsumsi masyarakat, lebihnya likuiditas dalam



















## 2.7. Analisis Regresi

Ilmu statistika yang digunakan untuk menentukan reabilitas atau pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor disebut analisis regresi. Tujuan dilakukannya analisis regresi, yakni untuk mendapat estimasi parameter yang sesuai dengan bentuk kurva regresinya. Terdapat tiga macam bentuk analisis regresi, antara lain parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Apabila telah mengetahui bentuk dari kurva regresi tersebut, maka dapat menggunakan metode parametrik. Apabila bentuk kurva regresi tidak diketahui, metode nonparametrik dapat digunakan. Pada saat yang sama, jika pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor adalah kombinasi dari parametrik dan nonparametrik, metode semiparametrik dapat digunakan.

Regresi parametrik terdapat beberapa asumsi kuat yang harus terpenuhi, seperti bentuk kurva regresi diketahui, data berdistribusi normal, tidak terjadinya autokorelasi dan multikolinearitas, dll. Asumsi-asumsi tersebut sangatlah berpengaruh terhadap hasil model regresinya. Terdapat dua model dalam pendekatan parametrik, yaitu model linear dan nonlinear (Maksum, 2019).

Pada regresi nonparametrik sangatlah fleksibel, karena tidak ada syarat kuat yang harus dipenuhi dalam uji asumsi klasik, misalnya seperti uji autokorelasi dan multikolinearitas. Pelanggaran asumsi multikolinearitas biasanya terjadinya pada regresi linear berganda. Estimasi fungsi regresi nonparametrik didasarkan pada data dengan memanfaatkan teknik pemulusan tertentu, seperti penduga histogram, kernel, deret orthogonal, dan spline (Rory, 2016).

Regresi semiparametrik yaitu suatu regresi kombinasi dari regresi parametrik dan nonparametrik. Ciri dari regresi ini adalah terdapat sebagian data memiliki pola regresi yang jelas dan sebagiannya lagi tidak memiliki pola. Dengan

tidak adanya histori yang lengkap tentang model data yang digunakan, regresi semiparametrik juga dapat digunakan (Pratiwi et al., 2017). Pada penelitian ini akan digunakan regresi nonparametrik.

## 2.8. Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik termasuk metode yang fleksibel karena dalam regresi ini tidak ada syarat jika data yang digunakan harus berdistribusi normal. Kerap kali regresi nonparametrik ini disebut sebagai regresi dengan distribusi bebas. Regresi ini digunakan ketika bentuk pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Hanya diasumsikan bahwa kurva regresi terletak pada ruang fungsi dengan dimensi tak hingga dan merupakan fungsi mulus dalam regresi nonparametrik (Sukarsa and Srinadi, 2012).

Pada model regresi nonparametrik, segala bentuk fungsi (fungsi linear dan fungsi non linear) dapat digunakan karena asumsi tidak perlu dipenuhi. Ada beberapa teknik pendugaan dalam regresi nonparametrik  $\hat{m}(x_i)$  yang dilakukan berlandaskan data dengan menggunakan teknik *smoothing* tertentu, yaitu penduga Kernel, Spline, dan deret orthogonal (Puspitasari et al., 2012). Pada penelitian ini, penduga yang digunakan adalah penduga Kernel.

### 2.8.1. Regresi Kernel

Regresi kernel adalah salah satu teknik yang digunakan untuk mengestimasi nilai ekspektasi bersyarat dari variabel random dalam regresi nonparametrik. Pada metode regresi nonparametrik, penghalus kernel digunakan dengan menggunakan rata-rata tertimbang dari data yang digunakan. Secara umum model regresi kernel adalah sebagai berikut (Indrayanti, 2014):



























*ahallallaahul-bai'a wa harramar-riba'* dijelaskan bahwa Allah telah menghalalkan jual beli bagi seluruh umat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun Allah juga telah mengharamkan jual beli yang mengandung riba didalamnya. Apabila seseorang telah memakan riba, maka orang tersebut termasuk penghuni-penghuni neraka. Banyak yang salah mengartikan disini bahwasannya jual beli itu seperti riba di dalam hal kehalalannya. Riba disini yang dimaksud adalah terdapat kedzaliman dan tindakan melahap harta orang lain secara batil tanpa imbalan apapun (Ghoffar, 2005).

Secara bahasa kata riba berasal dari bahasa arab yang berakar dari kata *raaba* yaitu pertambahan (*ziyadah*), pertumbuhan (*numuw*), membesar (*'uluw*), dan meningkat (*irtifa'*). Sedangkan menurut syara', riba adalah akad yang terjadi dalam suatu penukaran barang-barang tertentu, tidak diketahui sama atau tidaknya menurut aturan syara', atau terlambat menerimanya. Terdapat beberapa jenis riba, antara lain:

- a. Riba *fudull*, yaitu menukar dua barang yang sejenis dengan kadar atau ukuran yang berbeda. Barang yang dimaksud adalah barang ribawi, seperti emas, perak, kurma, gandum, tepung, dan garam.
- b. Riba *qardli*, yaitu meminjam dengan syarat ada keuntungan bagi yang memberi pinjaman. Misalnya ketika si A meminjam uang kepada si B sebesar 20.000, si B memberi syarat saat pengembalian menjadi 21.000. Maka uang yang 1.000 termasuk riba.
- c. Riba *yad*, yaitu berpisah sebelum adanya serah terima antara si penjual dan pembeli.
- d. Riba *nasa'*, yaitu penukaran yang disyaratkan karena adanya keterlambatan







satu pendorong pembangunan ekonomi. Kegiatan ekonomi yang terdapat riba, *gharar*, ataupun *ghabn* dalam praktiknya maka secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi nilai PDB suatu negara. Hal itu bisa terjadi karena apabila suatu produsen melakukan praktik kecurangan dalam kegiatannya, maka kepercayaan konsumen akan menurun sehingga secara otomatis daya beli masyarakat akan menurun pula. Hal ini juga dapat berpengaruh terhadap nilai PDB.

Penurunan nilai PDB menunjukkan bahwa pembangunan ekonomi juga ikut melemah. Keterangan ini membuktikan bahwa Islam dengan ajaran-ajarannya dalam berbagai bidang kehidupan tidak hanya menjadi rahmat bagi Islam itu sendiri, namun menjadi rahmat bagi seluruh alam. Mampu memperbaiki berbagai sektor kehidupan yang tidak hanya untuk umat Islam saja, melainkan juga untuk kemaslahatan seluruh bangsa Indonesia yang pada dasarnya beragama Islam.





### 3.4. Teknik Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka tahap selanjutnya yaitu menganalisis data tersebut. Teknik analisis data merupakan suatu langkah dengan solusi analisis data yang ditunjukkan dalam diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 3.1. Berdasarkan Gambar 3.1 maka dapat diuraikan teknik analisis data pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Melakukan analisis data dari tiap-tiap variabel penelitian untuk mengetahui bentuk pola data yang digunakan.
2. Melakukan normalisasi data agar data yang digunakan memiliki struktur basis yang sama menggunakan Persamaan (2.2).
3. Melakukan uji asumsi klasik yang terdiri dari uji normalitas, uji autokorelasi, dan uji multikolinearitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan berdistribusi normal dapat menggunakan Persamaan (2.3). Uji autokorelasi bertujuan untuk mengetahui adakah korelasi residual antar variabel dengan menggunakan Persamaan (2.6). Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui korelasi tinggi antara variabel prediktor dan variabel respon dengan menggunakan Persamaan (2.7) dan (2.8).
4. Melakukan analisis korelasi untuk mengetahui kedekatan hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon dengan menggunakan Persamaan (2.9).
5. Menghitung nilai *bandwidth* optimum menggunakan kriteria GCV dengan Persamaan (2.25) yaitu dengan menggunakan data training.
6. Menghitung nilai prediksi PDB menggunakan estimator Priestley-Chao pada











Tabel 4.1 Hasil Normalisasi Data

$Y_i$	$X_{1i}$	$X_{2i}$
0.000000	0.320781	0.000000
0.076249	0.426778	0.057067
0.143335	0.425384	0.080480
0.096841	0.415621	0.095600
0.106750	0.534170	0.107014
0.188172	0.576011	0.128722
0.257509	1.000000	0.326509
0.209842	0.966527	0.478586
0.210774	0.882845	0.470586
0.292590	0.786611	0.461643
0.365225	0.407252	0.485646
0.317682	0.702929	0.556124
0.314035	0.712692	0.665196
0.397786	0.786611	0.718615
0.474762	0.789400	0.876574
0.433321	0.474198	0.824156
0.424798	0.405858	0.779622
0.518994	0.283124	0.749148
0.595635	0.221757	0.713438
0.549874	0.260809	0.752148
0.542564	0.308229	0.749854
0.641581	0.398884	0.747264
0.723380	0.331939	0.758973
0.678397	0.288703	0.786505
0.667729	0.258020	0.800741
0.776908	0.253835	0.880515
0.860468	0.231520	0.987646
0.813369	0.242678	0.987293
0.798995	0.165969	0.889105
0.913493	0.238494	0.910461
1.000000	0.274756	0.892577
0.949193	0.211994	0.867515
0.880005	0.200837	1.000000
0.762337	0.117155	0.995824
0.897997	0.000000	0.991881
0.886077	0.019526	0.921168











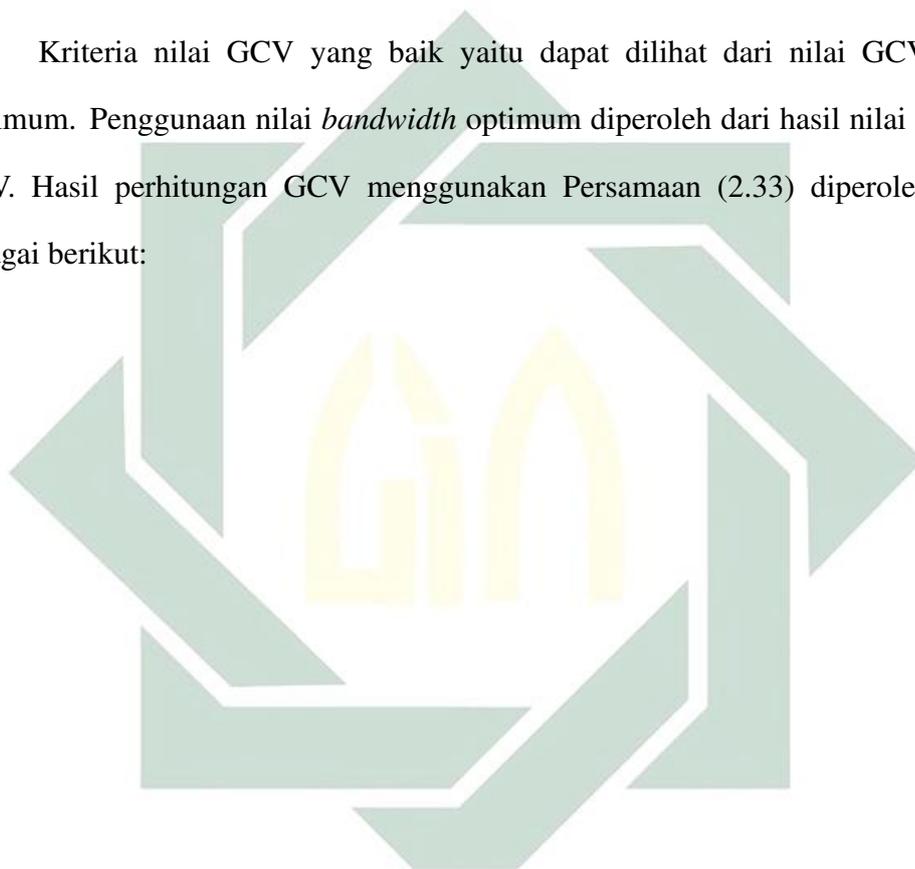






dua nilai *bandwidth*. Pemilihan nilai *bandwidth*  $h_1$  dan  $h_2$  yaitu dengan melakukan percobaan nilai kombinasi  $h_1$  dan  $h_2$  yang mungkin. Pada tahap ini data yang digunakan adalah data training. Oleh karena itu perlu adanya pemilihan *bandwidth* optimum yang dilakukan yaitu dengan menggunakan kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV).

Kriteria nilai GCV yang baik yaitu dapat dilihat dari nilai GCV yang minimum. Penggunaan nilai *bandwidth* optimum diperoleh dari hasil nilai kriteria GCV. Hasil perhitungan GCV menggunakan Persamaan (2.33) diperoleh hasil sebagai berikut:



Tabel 4.6 Nilai *Bandwidth* dan GCV

Nilai <i>Bandwidth</i>	Nilai GCV	
	Gaussian	Cosinus
$h_1 = 0.17$ $h_2 = 0.12$	0.1878	0.1490
$h_1 = 0.16$ $h_2 = 0.14$	0.1900	0.1474
$h_1 = 0.17$ $h_2 = 0.14$	0.1910	0.1487
$h_1 = 0.15$ $h_2 = 0.15$	0.1905	0.1479
$h_1 = 0.15$ $h_2 = 0.16$	0.1919	0.1498
$h_1 = 0.16$ $h_2 = 0.15$	0.1914	0.1492
$h_1 = 0.17$ $h_2 = 0.15$	0.1923	0.1504
$h_1 = 0.17$ $h_2 = 0.16$	0.1936	0.1522
$h_1 = 0.18$ $h_2 = 0.16$	0.1944	0.1533
$h_1 = 0.16$ $h_2 = 0.16$	0.1928	0.1511
$h_1 = 0.15$ $h_2 = 0.17$	0.1932	0.1518
$h_1 = 0.15$ $h_2 = 0.18$	0.1944	0.1541
$h_1 = 0.16$ $h_2 = 0.18$	0.1951	0.1553

Berdasarkan hasil Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai GCV cenderung naik dengan semakin bertambahnya nilai *bandwidth*. Dari hasil di atas diperoleh nilai GCV minimum berada pada nilai kombinasi *bandwidth* yang kedua pada fungsi cosinus yaitu  $h_1 = 0.16$  dan  $h_2 = 0.14$  dengan nilai GCV sebesar 0.1474. Nilai kombinasi *bandwidth* ini merupakan hasil nilai *bandwidth* optimum yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan model terbaik.









prediksi memiliki pola naik turun yang cukup jauh. Nilai selisih tertinggi berada pada kuartal IV tahun 2019 ke kuartal I tahun 2020 yaitu meningkat sebesar 3.59263. Nilai tertinggi berada pada kuartal IV tahun 2018 yaitu sebesar 5.493143. Sedangkan nilai terendah berada pada kuartal III tahun 2020 yaitu sebesar 0.037590.

Berdasarkan hasil Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa hasil prediksi pada data PDB Indonesia dari kuartal IV tahun 2018 hingga kuartal IV tahun 2020 didapatkan hasil terbaik adalah pada model regresi nonparametrik kernel menggunakan fungsi kernel Gaussian dibandingkan dengan menggunakan fungsi kernel Cosinus. Grafik yang dihasilkan menggunakan fungsi kernel Gaussian lebih mendekati data aktual jika dibandingkan pada grafik yang menggunakan fungsi kernel Cosinus.

#### **4.9. Perhitungan Nilai Akurasi**

Untuk mengetahui hasil akurasi model yang baik dapat menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Kriteria keputusan yang diambil yaitu apabila semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan, maka hasil akurasi yang didapatkan juga semakin baik. Perhitungan nilai MAPE untuk setiap model sebagai berikut:

##### **a. MAPE untuk Regresi Kernel Gaussian**

Berikut perhitungan MAPE dari model regresi nonparametrik kernel menggunakan fungsi kernel Gaussian dalam prediksi PDB Indonesia. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan MAPE dari Regresi Kernel Gaussian

Kuartal	$Y_i$	$y_i = \hat{m}(x_i)$	Error
K IV 2018	0.813369	1.448792	0.781223
K I 2019	0.798995	1.045993	0.309135
K II 2019	0.913493	1.266649	0.386599
K III 2019	1.000000	1.147970	0.147970
K IV 2019	0.949193	1.019768	0.074353
K I 2020	0.880005	1.397763	0.588359
K II 2020	0.762337	1.079775	0.416402
K III 2020	0.897997	0.480170	0.465288
K IV 2020	0.886077	0.522694	0.410102
<b>Jumlah</b>	<b>7.901466</b>	<b>9.409574</b>	<b>3.579430</b>

Berdasarkan hasil perhitungan prediksi PDB pada kuartal IV tahun 2018 hingga kuartal IV tahun 2020 dapat ditunjukkan nilai keakuratan menggunakan MAPE sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{m}(x_i)}{Y_i} \right|}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{3.579430}{9} \times 100\% \\
 &= 39.77\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi menggunakan MAPE dari metode regresi nonparametrik kernel menggunakan fungsi kernel Gaussian didapatkan





#### **4.10. Evaluasi Hasil pada PDB**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, PDB selama periode 2012 hingga 2020 menunjukkan bahwa nilai PDB mengalami kecenderungan naik. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menjadikan nilai PDB dapat meningkat maupun menurun. Faktor pertama dipengaruhi oleh tingkat inflasi yang pada analisisnya dapat dilihat bahwa inflasi memiliki pengaruh yang tidak searah pada PDB. Dapat diartikan bahwa nilai inflasi yang semakin rendah akan memberikan pengaruh pada nilai PDB yang terus meningkat. Apabila terjadi adanya ketidakstabilan inflasi akan menciptakan ketidakpastian bagi para pelaku perekonomian dalam mengambil keputusan. Hingga pada akhirnya dapat memberikan pengaruh penurunan pada nilai PDB.

Pemerintahan telah menyoroti pertumbuhan PDB ini dan mengharapkan nilai inflasi berada pada tingkat yang rendah. Apabila nilai inflasi yang tinggi akan menyebabkan efek krisis finansial dan ketidakjelasan finansial global terhadap PDB. Hal ini dapat menjadikan efek buruk, seperti kegiatan ekonomi akan menurun karena harga produk semakin tinggi, banyaknya produk-produk dari negara yang tidak dapat bersaing di pasar internasional, kegiatan impor akan meningkat, dan neraca pembayaran bisa memburuk. Namun pada tahun 2020 kuartal II terjadi adanya penurunan terhadap PDB. Turunnya nilai pertumbuhan PDB ini dikarenakan adanya akibat dari krisis global yaitu korona virus (Covid-19).

Selain dipengaruhi oleh inflasi, nilai PDB juga dapat dipengaruhi oleh nilai tukar mata uang (KURS). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan bahwa KURS juga memiliki pengaruh positif dan searah terhadap pertumbuhan PDB. Artinya ketika nilai KURS naik maka akan membawa pengaruh terhadap PDB



















- Azhari, F. (2015). *Qowaid Fiqhiyyah*.
- Chernis, T., Cheung, C., and Velasco, G. (2020). A three-frequency dynamic factor model for nowcasting Canadian provincial GDP growth. *Int. J. Forecast.*, xxx(xxxx):1–21.
- Darmawan, E. (2014). *Pemilihan Model Regresi Nonparametrik Terbaik untuk Analisis Data Inflasi di Jawa Tengah*. Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ghoffar, M. A. (2005). *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 1*. Pustaka Imam Asy-Syafi'i, Jakarta.
- Hayati, L. (2010). Pendekatan Estimator Kernel untuk Estimasi Densitas Mulus. *J. Pijar MIPA*, V(2):81–85.
- He, Q. (2019). Consistency of The Priestley–Chao Estimator in Nonparametric Regression Model with Widely Orthant Dependent Errors. *J. Inequalities Appl.*, 64:1–13.
- Indrayanti, A. I. (2014). *Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model Regresi Nonparametrik pada Data Butterfly Diagram Sikulus Aktivitas Matahari Ke-23 (Studi Kasus di BPD LAPAN Watukosek)*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Konečná, K. (2018). The Priestley-Chao Estimator of Conditional Density with Uniformly Distributed Random Design. *Statistika*, 98(3):283–294.
- Kosareva, N. and Polidi, T. (2017). Assessment of Gross Urban Product in Russian Cities and its Contribution to Russian GDP in 2000–2015. *Russ. J. Econ.*, 3(3):263–279.

- Kurniasih, D. (2013). *Efisiensi Relatif Estimator Fungsi Kernel Gaussian Terhadap Estimator Polinomial dalam Peramalan Usd Terhadap Jpy*. PhD thesis, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Kusumawardani, N. M. S., Srinadi, I. G. A. M., and Susilawati, M. (2012). Faktor-Faktor yang Memengaruhi PDB Indonesia dengan Persamaan Simultan 2SLS. *E-Jurnal Mat.*, 1(1):99–102.
- Larasati, I. S. and Sulasmiyati, S. (2018). Pengaruh Inflasi , Ekspor , Dan Tenaga Kerja Terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) (Studi pada Indonesia, Malaysia, Singapura, dan Thailand). *J. Adm. Bisnis*, 63(1):8–16.
- Maksum, M. W. (2019). *Model Regresi Semiparametrik Spline untuk Data Longitudinal pada Kasus Penderita Demam Berdarah Dengue di Kota Makassar*. PhD thesis, Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Marina and K, A. (2016). Analisis Pengaruh Tingkat Inflasi dan Jumlah Uang Beredar Terhadap Nilai Tukar Rupiah di Indonesia. *Econ. Sos. Dev. Stud.*, Vol.3(1):101–115.
- Mashudi, K. (2019). *Telaah Tafsir Al-Muyasaar*. Inteligencia Media, Malang, jilid vi edition.
- Milliardo, L. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produk Domestik Bruto Negara-Negara ASEAN Periode 2005-2014. *J. Ekon. dan Bisnis*, 22(1):23–29.
- Pratama, A. (2017). Model Simulasi Antrian dengan Metode Kolmogorov-Smirnov Normal pada Unit Pelayanan. *J. Edik Inform.*, 7(1):27–37.
- Pratiwi, D. A., Budiantara, I. N., and Wibowo, W. (2017). Pendekatan Regresi

- Semiparametrik Spline untuk Memodelkan Rata-Rata Umur Kawin Pertama (UKP) di Provinsi Jawa Timur. *J. Sains dan Seni ITS*, 6(1).
- Priestley and Chao (1972). The Priestley-Chao Estimator. *J. R. Stat. Soc.*, 34(2):1–7.
- Purwanti, I. (2019). *Regresi Nonparametrik Kernel Menggunakan Estimator Nadaraya-Watson dalam Data Time Series (Studi Kasus: Tingkat Suku Bunga, Kurs, Inflasi, Jumlah Uang Beredar Terhadap Indeks Saham Syariah Indonesia)*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Sarabaya.
- Puspitasari, I., Suparti, and Wilandari, Y. (2012). Analisis Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Menggunakan Model Regresi Kernel. *J. Gaussian*, 1(1):93–102.
- Putri, A. P., Sastoso, R., and Sugito (2017). Analisis Regresi Nonparametrik Kernel Menggunakan Metode Jackknife Sampel Terhapus-1 dan Sampel Terhapus-2 (Studi Kasus: Pemodelan Tingkat Inflasi Terhadap Nilai Tukar Rupiah di Indonesia Periode 2004-2016). *J. Gaussian*, 6(1):1–10.
- Rory (2016). *Regresi Campuran Nonparametrik Spline Linier Truncated Dan Fungsi Kernel untuk Pemodelan Data Kemiskinan di Provinsi Papua*. PhD thesis, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Schucany, W. R. (1989). On Nonparametric Regression with Higher-Order Kernels. *J. Stat. Plan. Inference*, 23(2):145–151.
- Setyawati, F. (2017). Riba dalam Pandangan al-Qur'an dan Hadis. *Al-Intaj*, 3(2):257–271.

- Simamora, R. J. D., Tibyani, and Sutrisno (2019). Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Extreme Learning Machine. *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, 3(10):9670–9676.
- Suciwati, D. P. and Machfoedz, M. (2015). Pengaruh Risiko Nilai Tukar Rupiah terhadap Return Saham: Studi Empiris pada Perusahaan Manufaktur yang terdaftar di BEJ. *J. Ekon. Bisnis Indones.*, 17(4):347–360.
- Sukarsa, I. K. G. and Srinadi, I. G. A. M. (2012). Estimator Kernel dalam Model Regresi Nonparametrik. *J. Mat.*, 2(1):19–30.
- Suriani and Asra, S. N. (2014). Analisis Inflasi Indonesia Jangka Panjang: Kajian Terhadap Faktor-Faktor Luar Negeri. *J. Ekon. dan Kebijakan. Publik Indones.*, 1(1):26–38.
- Sutawijaya, A. and Zulfahmi (2012). Pengaruh Faktor-Faktor Ekonomi terhadap Inflasi di Indonesia. *J. Organ. dan Manaj.*, vol.8(2):54–67.
- Syahputra, R. (2017). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *J. Samudra Ekon.*, 1(2):183–191.
- Wulandari, S., Ulum, M. M., and Abdussakir (2019). Konsep Estimasi dalam Al-Hadits. *Pros. Semin. Nas. Integr. Mat. dan Nilai Islam.*, 3(1):212–221.
- Yuliadi, I. and P., N. R. (2017). The Factors Influencing Economic Growth in Indonesia Period 1981-2014 Error Correction Model Approach. *Int. J. Arts Commer.*, 6(7):1–16.