

**ESTIMATOR KERNEL COSINUS DAN KERNEL GAUSSIAN
DALAM MODEL REGRESI NONPARAMETRIK
PADA DATA *BUTTERFLY DIAGRAM* SIKLUS AKTIVITAS MATAHARI
KE-23
(Studi Kasus di BPD LAPAN Watukosek)**

SKRIPSI

Oleh:
**ANISA IKA INDRAYANTI
NIM. 10610061**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**ESTIMATOR KERNEL COSINUS DAN KERNEL GAUSSIAN
DALAM MODEL REGRESI NONPARAMETRIK
PADA DATA *BUTTERFLY DIAGRAM* SIKLUS AKTIVITAS MATAHARI
KE-23
(Studi Kasus di BPD LAPAN Watukosek)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
ANISA IKA INDRAYANTI
NIM. 10610061**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**ESTIMATOR KERNEL COSINUS DAN KERNEL GAUSSIAN
DALAM MODEL REGRESI NONPARAMETRIK
PADA DATA *BUTTERFLY DIAGRAM* SIKLUS AKTIVITAS
MATAHARI KE-23
(Studi Kasus di BPD LAPAN Watukosek)**

SKRIPSI

Oleh:
ANISA IKA INDRAYANTI
NIM. 10610061

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 12 Juni 2014

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Nanang Widodo, M.Si
NIP. 19630210 198912 1 002

Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

**ESTIMATOR KERNEL COSINUS DAN KERNEL GAUSSIAN
DALAM MODEL REGRESI NONPARAMETRIK
PADA DATA *BUTTERFLY DIAGRAM* SIKLUS AKTIVITAS
MATAHARI KE-23
(Studi Kasus di BPD LAPAN Watukosek)**

SKRIPSI

Oleh:
ANISA IKA INDRAYANTI
NIM. 10610061

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 2 Juli 2014

Penguji Utama : Dr. Sri Harini, M.Si
NIP. 19731014 200112 2 002 _____

Ketua Penguji : Fachrur Rozi, M.Si
NIP. 19800527 200801 1 012 _____

Sekretaris Penguji : Ir. Nanang Widodo, M.Si
NIP. 19630210 198912 1 002 _____

Anggota Penguji : Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002 _____

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANISA IKA INDRAYANTI
NIM : 10610061
Jurusan : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model
Regresi Nonparametrik pada Data *Butterfly Diagram* Siklus
Aktivitas Matahari Ke-23

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Juni 2014
Yang membuat Pernyataan,

Anisa Ika Indrayanti
NIM. 10610061

MOTTO

وَمَا الْآذَةُ إِلَّا بَعْدَ التَّعَبِ

*“Tiada Kenikmatan Kecuali
setelah Kesulitan”*



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Dengan iringan do'a serta rasa syukur yang tidak terbatas, karya ini peneliti persembahkan kepada:

Ibunda tercinta Astuti'in,

Ayahanda tersayang Endro Winarto, dan

Adik terbaik Ilham Dwi Indrayanto

KATA PENGANTAR

Syukur *alhamdulillah* ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model Regresi Nonparametrik untuk Mengestimasi Data *Butterfly Diagram* Siklus Aktivitas Matahari ke-23”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga dicurahkan kepada Nabi Muhammad Saw. yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran.

Keberhasilan penelitian skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun doa. Karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

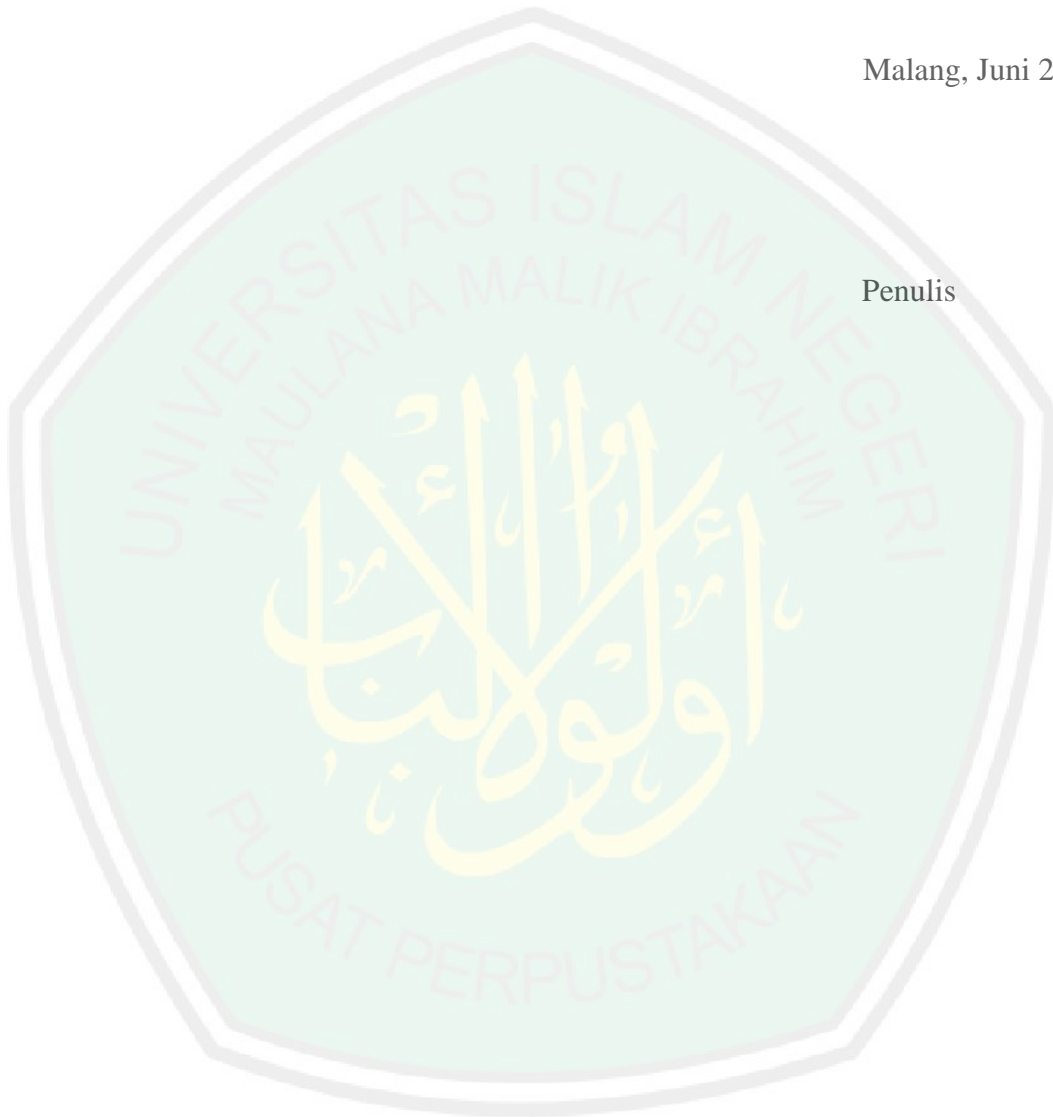
1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Bambang Suhandi, selaku kepala BPD LAPAN Watukosek yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti di instansi, dan menyediakan segala fasilitas serta memberikan bimbingan selama penelitian.
5. Ir. Nanang Widodo, M.Si, selaku dosen pembimbing matematika yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi.
6. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi.

7. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dosen wali yang selalu memberi arahan dan bimbingan kepada peneliti dalam penelitian skripsi ini.
8. Seluruh dosen serta staf Jurusan Matematika maupun Fakultas yang selalu membantu dan memberikan dorongan semangat semasa kuliah.
9. KH. Suyuthi Asyrof dan Hj. Masruroh selaku guru serta orang tua peneliti di Pondok Pesantren Al-Mubarak yang tidak henti-hentinya memberikan do'a, nasehat dan dukungan semasa kuliah hingga akhir pengerjaan skripsi ini.
10. Bapak Endro Winarto, ibu Astuti'in, dan Ilham Dwi I serta segenap keluarga yang tidak pernah berhenti memberikan doa, kasih sayang, inspirasi, dan motivasi secara moril maupun spirituil serta dukungan kepada peneliti semasa kuliah hingga akhir pengerjaan skripsi ini.
11. Teman-teman Jurusan Matematika angkatan 2010, Wahyu Setyo M beserta keluarga tak lupa teman satu bimbingan Atikah Abdillah dan Khurotul Lisnaini. Terima kasih atas semua pengalaman dan motivasi yang diberikan dalam penyelesaian penelitian ini.
12. Seluruh teman-teman santri Al-Mubarak baik putra dan putri, terutama teman-teman kamar "Mujaffaf" yang tidak henti-hentinya memberikan semangat, nasihat, dan do'a.
13. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu, atas keikhlasan bantuan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini.

Hanya Allah Swt. yang dapat membalas semua kebaikan mereka. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak terutama dalam pengembangan ilmu matematika di bidang statistika. Amin.

Malang, Juni 2014

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGANTAR	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II KAJIAN TEORI	
2.1 Regresi Nonparametrik.....	9
2.1.1 Estimator Kernel.....	10
2.1.2 Regresi Kernel.....	13
2.1.3 Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimal	16
2.2 Matahari.....	17
2.2.1 Formasi Grup <i>Sunspot Bipolar</i>	19
2.2.2 Penggambaran dan Pemetaan <i>Sunspot</i> di Cakram Matahari	22
2.3 Kajian Al-Qur'an.....	26
2.3.1 Kajian Matahari dalam Al-Qur'an.....	26
2.3.1 Kajian Estimasi dalam Al-Qur'an	32
BAB III PEMBAHASAN	
3.1 Deskripsi Data	36
3.2 Analisis Data.....	39
3.2.1 Estimator Kernel Gaussian pada <i>Maunder Butterfly</i> <i>Diagram</i>	40
3.2.2 Estimator Kernel Cosinus pada <i>Maunder Butterfly</i> <i>Diagram</i>	50
3.2.3 Perbandingan Estimator Kernel Gaussian dan Estimator Kernel Cosinus.....	60

3.3 Integrasi Al-Qur'an.....	62
BAB IV PENUTUP	
4.1 Kesimpulan.....	65
4.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Distribusi Hari Pengamatan Selama 1 Siklus (11 Tahun)	39
Tabel 3.2 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Gaussian Terhadap <i>Butterfly Diagram</i> LU	49
Tabel 3.3 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Gaussian Terhadap <i>Butterfly Diagram</i> LS	50
Tabel 3.4 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Cosinus Terhadap <i>Butterfly Diagram</i> LU	58
Tabel 3.5 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Cosinus Terhadap <i>Butterfly Diagram</i> LS	59
Tabel 3.6 Perbandingan Nilai MSE, RMSE dan MAD Untuk <i>Butterfly Diagram</i> LU	60
Tabel 3.6 Perbandingan Nilai MSE, RMSE dan MAD Untuk <i>Butterfly Diagram</i> LU	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Fungsi Kernel.....	13
Gambar 2.2 Rotasi Diferensial dan Garis-garis Medan Magnet yang Merapat..	20
Gambar 2.3 Formasi Grup <i>Sunspot</i> Bipolar	21
Gambar 2.4 Perbedaan Posisi <i>p</i> , (<i>preceding</i>) dan <i>f</i> , (<i>following</i>) dari Grup <i>Sunspot</i> di Sisi Utara dan Selatan Ekuator	22
Gambar 2.5 Pemetaan Grup-Grup <i>Sunspot</i> Digital Tanggal 14 Januari 2000, LAPAN BPD Watukosek.....	24
Gambar 2.6 Diagram Kupu-Kupu, Pemetaan Posisi Grup <i>Sunspot</i> selama Siklus Matahari ke-22 dan ke-23	25
Gambar 3.1 Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Utara Matahari.....	37
Gambar 3.2 Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Selatan Matahari	38
Gambar 3.3 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Utara Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 0.1	43
Gambar 3.4 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Selatan Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 0.1	44
Gambar 3.5 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Utara Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 10	45
Gambar 3.6 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Selatan Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 10	46
Gambar 3.3 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Utara Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 0.1	53
Gambar 3.4 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Selatan Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 0.1	54
Gambar 3.5 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Utara Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 10	55
Gambar 3.6 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus Terhadap Posisi <i>Sunspot</i> di Lintang Selatan Matahari dengan <i>Bandwidth</i> Sebesar 10	56

ABSTRAK

Indrayanti, Anisa Ika. 2014. **Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model Regresi Nonparametrik untuk Mengestimasi Data *Butterfly Diagram* Siklus Aktivitas Matahari ke-23**. Skripsi. Jurusan Matematika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Ir. Nanang Widodo, Msi,
(II) Abdul Aziz, M.Si

Kata Kunci: Regresi Nonparametrik, Regresi Kernel, Fungsi Kernel, *Bandwidth*, Sunspot, *Buttrfly Diagram*

Analisis regresi merupakan salah satu ilmu statistik yang mempelajari bagaimana membangun sebuah model fungsional dari data sehingga dapat menjelaskan atau meramalkan suatu fenomena alami atas dasar fenomena yang lain. Salah satu pendekatan dalam analisis regresi adalah pendekatan nonparametrik. Pada *butterfly diagram* pola sebaran data diasumsikan tidak normal, sehingga digunakan regresi nonparametrik untuk mengestimasi data. Terdapat beberapa macam metode dalam regresi nonparametrik, salah satunya adalah model regresi kernel. Hal terpenting dalam regresi kernel adalah pemilihan fungsi kernel dan *bandwidth*. Terdapat beberapa fungsi kernel diantaranya: kernel Uniform, Triweight, Gaussian, Kuartik, Cosinus dll. Pemilihan *bandwidth* optimal didasarkan pada kriteria GCV minimum. Data posisi sunspot diperoleh dari BPD LAPAN Watukosek dengan fungsi kernel yang digunakan adalah fungsi kernel Cosinus dan Gaussian.

Hasil analisis menunjukkan, pada posisi sunspot LU dan LS estimator kernel Gaussian dan Cosinus menghasilkan nilai GCV yang semakin besar dengan penambahan nilai *bandwidth*. *Bandwidth* optimal untuk estimator kernel Gaussian terhadap *butterfly diagram* LU dan LS adalah sebesar 0,1, sedangkan untuk estimator kernel Cosinus sebesar 0.9. Adapun nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kedua fungsi kernel adalah relatif sama mendekati nol. Jika dilihat dari kenaikan nilai GCV, pendekatan estimator kernel Cosinus mengalami kenaikan nilai GCV yang lebih stabil daripada pendekatan estimator kernel Gaussian. Sehingga dapat disimpulkan pendekatan estimator kernel Cosinus pada *butterfly diagram* LU dan LS lebih teliti daripada pendekatan estimator kernel Gaussian. Secara fisis, pendekatan kurva regresi nonparametrik khususnya estimasi kernel Gaussian dan Cosinus dapat mengikuti perubahan posisi grup sunspot dari awal siklus hingga akhir siklus aktivitas matahari ke-23.

ABSTRACT

Indrayanti, Anisa Ika. 2014. **Gaussian and Cosinus Kernel Estimator in Nonparametric Regression Model in *Butterfly Diagram* of 23rd Sun Activity Cycle Data.** Thesis. Department of Mathematics. Faculty of Science and Technology. The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisor: (I) Ir. Nanang Widodo, Msi,
(II) Abdul Aziz, M.Si

Keywords: Nonparametric Regression, Kernel Regression, Kernel Function, *Bandwidth*, Sunspot, *Buttrfly Diagram*

Regression analysis is one of statistics field which is learning how to construct a functional model from data with the result that can explain or predict a natural phenomenon on the basis of other phenomenon. One approaches to analyze regression is using nonparametric approach. In the butterfly diagram, data spread pattern is assumed not normal distributed, so the author uses nonparametric regression to estimate the data. There are some nonparametric regression methods, one of them is kernel regression model. The most important thing in kernel regression is kernel function selection and bandwidth. There are variaties of kernel function, namely: kernel Uniform, Triweight, Gaussian, Quartic, Cosinus, etc. The selection on optimal bandwidth is based on minimum GCV criteria. Sunspot position data was obtained from BPD LAPAN Watukosek with kernel function is use is Cosinus and Gaussian kernel function.

The analysis result shows that the Gaussian and Cosinus kernel estimator of LU and LS sunspot position produces larger GCV value as bandwidth increases. The optimal bandwidth for Gaussian kernel estimator to LS and LU butterfly diagram is 0.1 where for the Cosinus kernel estimator is 0.9. The value of MSE, RMSE and MAD which is obtained from those two kernel functions are relatively close to zero. From the increasing value of GCV, we can see that the cosinus kernel estimator approaches to the GCV increasing value better than Gaussian kernel estimator did. Thus, it can be concluded that Cosinus kernel estimator approach in butterfly diagram of LU and LS is more accurate than Gaussian kernel estimator approach. Physically, nonparametric regression curve approach especially on Cosinus and Gaussian kernel estimation can follow the sunspot group position change from the beginning of the cycle to the last one on 23rd sun activity.

ملخص البحث

إيندرايانتي ,النساء إيكّا , عام ٢٠١٤ . جاوس و Cosinus نواة مقدر في غير المعلمية الوضع في الانحدار الفراشة رسم تخطيطي ل 23rd, الرسالة الأخيرة. قسم الرياضيات. كلية العلوم و التكنولوجيا. جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج.

المشرف : (١) ناناغ ويدادا الماجستير

(٢) عبد العزيز الماجستير

كلمات البحث : الانحدار غير المعلمية، الانحدار النواة، نواة وظيفة، عرض النطاق الترددي، البقع الشمسية، الفراشة مخطط

تحليل الانحدار هو واحد من حقل الإحصاءات التي تعلم كيفية بناء نموذج وظيفية من البيانات ونتيجة لذلك يمكن أن يفسر أو التنبؤ ظاهرة طبيعية على أساس ظاهرة أخرى. نهج واحد لتحليل الانحدار يستخدم نهج اللامعلمية. في الرسم البياني فراشة، يفترض انتشار البيانات نمط غير طبيعي وزعت، بحيث يستخدم المؤلف الانحدار غير المعلمي لتقدير البيانات. هناك بعض الطرق اللامعلمية الانحدار، واحد منهم هو النواة نموذج الانحدار. الشيء الأكثر أهمية في الانحدار هو نواة اختيار وظيفة وعرض النطاق الترددي. هناك أنواع وظيفة النواة، وهي: شكل النواة، Triweight، التمويه، من الدرجة الرابعة، Cosinus، الخ ويستند الاختيار على عرض النطاق الترددي الأمثل على معايير الحد الأدنى GCV. تم الحصول على البيانات من موقف البقع الشمسية برميل يوميا ابان Watukosek مع وظيفة النواة هو استخدام وظيفة النواة Cosinus والتمويه.

نتيجة التحليل تبين أن جاوس و Cosinus مقدر نواة LU و LS موقف البقع الشمسية وتنتج القيمة GCV أكبر مع زيادة عرض النطاق الترددي. عرض النطاق الترددي الأمثل لنواة مقدر جاوس ل LS وفراشة LU الرسم هو 0.1 حيث لنواة مقدر Cosinus هو 0.9. قيمة MSE، RMSE و MAD التي يتم الحصول عليها من تلك الوظائف نواة هما قريبة نسبيا إلى الصفر. من زيادة قيمة GCV، يمكننا أن نرى أن مقدر cosinus نواة النهج إلى زيادة قيمة GCV أفضل من نواة مقدر جاوس لم. وبالتالي، فإنه يمكن استنتاج أن نهج مقدر Cosinus النواة في فراشة مخطط LU و LS هو أكثر دقة من النهج مقدر نواة جاوس. جسديا، ويمكن أن منحنى الانحدار نهج اللامعلمية خاصة على Cosinus وتقدير النواة جاوس اتباع مجموعة البقع الشمسية تغير الموقف من بداية الدورة الى آخر واحد في 23rd النشاط الشمس .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Al-Qur'an merupakan sumber ilmu dari berbagai macam ilmu pengetahuan. Di dalam Al-Qur'an dijelaskan tentang dimensi baru dan aktual mengenai studi yang berhubungan dengan fenomena jagad raya dan membantu manusia melakukan terobosan terhadap batasan dari ilmu pengetahuan. Al-Qur'an membawa manusia kepada Allah Swt. melalui ciptaan-Nya dan realitas konkret yang terdapat di bumi dan di langit.

Al-Qur'an Surah Ali Imran ayat 190 menyebutkan:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal".

Ayat tersebut menjelaskan tentang anjuran kepada seorang hamba untuk memikirkan ciptaan Allah Swt., memperhatikan dengan seksama tanda-tandanya dan merenungkan proses penciptaannya. Pada dasarnya, apa yang ada pada ciptaan Allah Swt. itu berupa keagungan, keluasan, keberaturan peredaran dan gerakannya, menunjukkan kepada keagungan penciptanya Semua ciptaan Allah Swt. itu menunjukkan kebijaksanaan Allah Swt. yang meletakkan segala sesuatu pada tempat yang begitu tepat dan begitu luas ilmu-Nya. Tanda-tanda itu dikhususkan bagi orang yang berakal yaitu orang-orang yang dapat mengambil adalah matahari.

Matahari merupakan salah satu benda terpenting yang berada di pusat tata surya. Ukuran matahari sangatlah besar, diameternya mencapai 1.400.000 km dengan massa sekitar 2×10^{30} kilogram. Suhu pada bola gas ini sangat panas, pada permukaan matahari suhunya mencapai 5.800 derajat Kelvin dan 15 juta derajat Kelvin pada pusat matahari. Matahari memancarkan panas dan cahaya untuk kelangsungan hidup makhluk di bumi. Energi matahari juga berperan terhadap aliran di laut dan cuaca di atmosfer. Tanpa adanya matahari, bumi ini akan menjadi tandus dan di semua tempat akan menjadi gurun yang beku (Kaufmann, 1978:136).

Sebagian besar cahaya matahari yang kita terima di bumi berasal dari lapisan *fotosfer*. Lapisan *fotosfer* merupakan salah satu lapisan matahari yang tampak dari bumi. Pada lapisan ini aktivitas matahari dapat diamati dari bumi. Salah satu aktivitas matahari yang mudah dikenal dan menjadi perhatian utama di *fotosfer* adalah munculnya *sunspot* atau bintik matahari.

Sunspot terjadi karena adanya aktivitas medan magnet yang kuat pada permukaan matahari yang disebabkan oleh rotasi diferensial. Garis-garis medan magnet pada permukaan matahari akan terpuntir keluar dan menembus lapisan *fotosfer*. Aktivitas medan magnet ini mengakibatkan terhambatnya konveksi sehingga terbentuklah daerah dengan suhu lebih dingin pada permukaan matahari. Perbedaan suhu inilah yang menyebabkan daerah *sunspot* terlihat lebih gelap.

Aktivitas *sunspot* mempunyai suatu pola unik yang berulang setiap 11 tahun sekali. Perulangan inilah yang dinamakan dengan siklus matahari. Selama siklus tersebut, kemunculan *sunspot* tidaklah acak. Posisi *sunspot* terbatas di daerah tertentu pada lintang utara dan lintang selatan ekuator matahari. Pada awal

siklus, jumlah *sunspot* yang muncul relatif sedikit. Biasanya grup *sunspot* tersebut berada di daerah $\pm 35^{\circ}$ lintang utara dan $\pm 35^{\circ}$ lintang selatan. Beberapa tahun kemudian, mendekati puncak aktifitas matahari *sunspot* muncul disekitar $\pm 15^{\circ}$ dari ekuator dengan jumlah *sunspot* yang maksimum. Menjelang akhir siklus, kemunculan *sunspot* relatif mendekati daerah ekuator. Pola perpindahan posisi *sunspot* selama satu siklus matahari digambarkan dalam sebuah diagram kupu-kupu Maunder (Kaufmann, 1978:143).

Pola sebaran data yang disajikan dalam diagram kupu-kupu Maunder, diasumsikan tidak mengikuti pola sebaran data normal sehingga pada penelitian ini digunakan metode nonparametrik untuk mendekati pola sebaran data tersebut. Al-Qur'an Surah Al-Kahfi ayat 11 menyebutkan:

فَضَرَبْنَا عَلَىٰ آذَانِهِمْ فِي الْكَهْفِ سِنِينَ عَدَدًا

Artinya: "Maka Kami tutup telinga mereka beberapa tahun dalam gua itu"

Ayat di atas menjelaskan hubungan metode estimasi dengan Al-Qur'an yaitu terdapat dalam lafadz *سِنِينَ عَدَدًا* yang artinya beberapa tahun. Pada lafadz ini tidak disebutkan secara jelas berapa tahun Allah Swt. menidurkan Ashabul Kahfi dalam gua. Jika membaca ayat tersebut, maka akan timbul kesan bahwa terdapat keraguan dalam menentukan berapa lama Allah Swt. menidurkan Ashabul Kahfi dalam gua. Inilah yang dinamakan estimasi atau taksiran. Pada dasarnya Allah Swt. telah mengajarkan suatu ilmu dalam matematika yaitu estimasi.

Salah satu metode yang digunakan untuk memodelkan data dalam metode nonparametrik adalah model regresi kernel. Pendekatan kernel memiliki bentuk yang lebih fleksibel dengan perhitungan matematis yang mudah disesuaikan. Regresi kernel merupakan salah satu teknik pemulusan data (*smoothing*) yang terdapat dalam model regresi nonparametrik. Dalam regresi kernel, yang terpenting bukanlah pemilihan fungsi kernel, akan tetapi pemilihan parameter pemulus (*bandwidth*) jauh lebih penting. Ada beberapa macam fungsi kernel yang digunakan untuk mendekati suatu pola sebaran data diantaranya: kernel uniform, Triangle, Tritube, Triweight, Epanechnikov, Gaussian, kuartik dan cosinus. Pemilihan fungsi kernel ini bergantung pada bentuk atau pola sebaran data yang dimiliki. Fungsi kernel yang umum digunakan adalah kernel Gaussian (Komang dan Gusti, 2012).

Pada penelitian ini digunakan fungsi kernel Gaussian dan kernel cosinus untuk mendekati pola sebaran data dalam diagram kupu-kupu Maunder. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mengambil judul **“Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model Regresi Nonparametrik untuk Mengestimasi Data *Butterfly Diagram* Siklus Aktivitas Matahari ke-23”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana aplikasi fungsi kernel Gaussian dan kernel cosinus untuk sebaran atau estimasi regresi data posisi grup *sunspot* pada diagram *butterfly*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil aplikasi fungsi Kernel Gaussian dan Kernel cosinus untuk sebaran atau estimasi regresi data posisi grup *sunspot* pada diagram *butterfly*.

1.4 Batasan Masalah

Agar mendapatkan hasil yang signifikan, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Sampel data yang digunakan adalah data pada diagram *butterfly* siklus ke-23 aktifitas matahari yaitu dimulai dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2007.
2. Sampel data yang digunakan merupakan data hasil reduksi rata-rata harian posisi grup *sunspot* pada lintang utara dan lintang selatan.
3. Pendekatan yang digunakan adalah metode pendekatan estimator kernel dengan fungsi kernel yang digunakan adalah fungsi kernel Gaussian dan kernel cosinus.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti
 - a. Penelitian ini memberi kesempatan bagi peneliti untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan mengenai estimator kernel dalam mengestimasi sebaran data pada *butterfly diagram*.
 - b. Dengan adanya penelitian ini dapat mengembangkan wawasan peneliti mengenai matematika khususnya dalam bidang statistik.

2. Bagi pembaca
 - a. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai literatur penunjang.
 - b. Penelitian ini dapat memberikan wawasan dan pengetahuan mengenai statistik khususnya metode statistik nonparametrik.
3. Bagi Lembaga
 - a. Penelitian ini dapat meningkatkan pengembangan keilmuan matematika.
 - b. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dengan metode yang berbeda pada penelitian sebelumnya.
 - c. Menerapkan dan mengaktualisasikan ilmu matematika khususnya dalam bidang statistik.

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari BPD LAPAN LAPAN (Balai Pengamatan Dirgantara Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) Watukosek, dimana data tersebut merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh observator dari BPD LAPAN Watukosek.

1.6.2 Identifikasi Variabel

Terdapat dua macam variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel prediktor (X) dan variabel respon (Y). Variabel X menunjukkan waktu pengamatan posisi *sunspot* dan variabel Y menunjukkan posisi *sunspot* di lintang utara dan selatan ekuator matahari.

1.6.3 Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur yaitu menelaah beberapa literatur berupa buku, jurnal dan referensi lain yang relevan

dengan statistik nonparametrik. Secara umum langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji dan mempelajari beberapa literatur dari buku-buku dan jurnal yang berhubungan dengan statistik nonparametrik, regresi kernel, matahari, bintik matahari dan *butterfly diagram*.
2. Pengambilan data posisi grup *sunspot* di BPD Watukosek.
3. Menerapkan regresi kernel pada data penelitian yang telah di dapat dengan membuat simulasi metode regresi kernel Gaussian dan kernel cosinus menggunakan program MATLAB R2010a.
4. Menentukan *bandwidth* yang sesuai untuk fungsi kernel tersebut dan menghitung nilai GCV dari *bandwidth* tersebut.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Teori

Bab ini menjelaskan tentang gambaran umum dari teori yang mendasari pembahasan seperti posisi grup *sunspot* (bintik matahari) yang di gambarkan

dalam *Butterfly diagram*, regresi kernel, dan pemilihan *bandwidth* pada regresi kernel.

Bab III Pembahasan

Bab ini merupakan bab inti dari penulisan yang menjabarkan tentang gambaran objek penelitian dan hasil dari penelitian yaitu aplikasi fungsi kernel dalam mengestimasi sebaran data pada *butterfly diagram* siklus matahari ke-23.

Bab IV Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan.



BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Regresi Nonparametrik

Salah satu teknik statistik yang sering digunakan dalam berbagai ilmu dan pengetahuan terapan adalah analisis regresi. Analisis regresi merupakan salah satu ilmu statistik yang mempelajari bagaimana membangun sebuah model fungsional dari data sehingga dapat menjelaskan atau meramalkan suatu fenomena alami (variabel Y) atas dasar fenomena yang lain (variabel X).

Pada analisis regresi, digunakan dua model pendekatan untuk menduga kurva regresi yaitu pendekatan model parametrik dan model pendekatan nonparametrik. Dalam pendekatan regresi parametrik, bentuk kurva regresi diasumsikan mengandung parameter tertentu sehingga untuk memperoleh estimator kurva regresi dilakukan dengan mengestimasi parameter tersebut. Sedangkan dalam model pendekatan regresi nonparametrik, bentuk kurva tidak diasumsikan. Kurva regresi hanya diasumsikan mengikuti suatu fungsi tertentu yang berdimensi tak hingga dan merupakan fungsi mulus (*smooth*). *Smooth* disini diartikan dengan kontinu dan diferensiabel. Pada pendekatan nonparametrik, asumsi-asumsi yang mendasari pendekatan parametrik, terutama asumsi yang berkaitan dengan distribusi normal juga diabaikan (Eubank, 1998).

Gusti dan Komang (2012) menjelaskan ada beberapa teknik *smoothing* yang digunakan dalam metode nonparametrik di antaranya estimator histogram, kernel, deret orthogonal, spline, k-NN, deret fourier, dan wavelet.

2.1.1 Estimator Kernel

Model pendekatan nonparametrik yang umum digunakan adalah estimator kernel. Hal ini disebabkan estimator densitas mempunyai beberapa kelebihan, yaitu:

1. Estimator kernel mempunyai bentuk yang fleksibel dan secara matematik mudah dikerjakan.
2. Estimator kernel mempunyai rata-rata kekonvergenan yang relatif cepat (Hardle, 1990).

Pengembangan dari estimator histogram adalah estimator kernel. Estimator kernel ini disebut juga estimator densitas kernel Rosenblatt-Parzen karena dikenalkan pertama kali oleh Parzen (1962) dan Rosenblatt (1956) (Hardle, 1990). Menurut Eubank (1998) pada dasarnya estimator kernel sama dengan estimator linier lainnya hanya saja metode kernel lebih khusus dalam penggunaan metode *bandwidth*.

Menurut Halim dan Bisono (2006:75) terdapat tiga macam estimator kernel, yaitu:

1. Nadaraya Watson Estimate
2. Priestley-Chao Estimate
3. Gasser-Muller Estimate

Selain estimator kernel terdapat juga fungsi kernel. Suatu fungsi kernel harus merupakan fungsi kontinyu, berharga riil, simetris, dan terbatas. Menurut Hardle (1990), secara umum fungsi Kernel didefinisikan sebagai berikut:

$$K_h(x) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right), \text{ untuk } -\infty < x < \infty, h > 0 \quad (2.1)$$

dengan: K : fungsi Kernel
 h : *bandwith* atau parameter pemulus

Fungsi kernel di atas harus memenuhi beberapa syarat, yaitu:

(i). $K(x) \geq 0$, untuk semua x

(ii). $\int_{-\infty}^{\infty} K(x)dx = 1$

(iii). $\int_{-\infty}^{\infty} x^2 K(x)dx = \sigma^2 > 0$

(iv). $\int_{-\infty}^{\infty} xK(x)dx = 0$

Sedangkan estimator densitas kernel untuk fungsi densitas $f(x)$ didefinisikan:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_h(x - X_i) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (2.2)$$

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa fungsi \hat{f}_h dipengaruhi oleh fungsi kernel K dan parameter pemulus h . Menurut Hadijati dan Nyoman (2012), parameter pemulus (*bandwidth*) dalam fungsi densitas kernel berfungsi untuk mengatur kehalusan kurva yang akan diestimasi. Peran *bandwidth* ini diasumsikan seperti lebar interval pada histogram.

Selanjutnya dibahas tentang perkalian taksiran kepadatan kernel jika *bandwidth*nya dinyatakan dengan h_i atau $h = h_1, \dots, h_d$, maka taksiran kepadatannya adalah:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^d h_j^{-1} \right) K_h\left(\frac{x_1 - X_{i1}}{h_1}, \dots, \frac{x_d - X_{id}}{h_d}\right) \quad (2.3)$$

Sehingga perkalian taksiran kepadatan kernel adalah perkalian dari kernel marginal, yaitu:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^d K_{j,h_j}(x_j - X_{ij}) \quad (2.4)$$

dimana $K_{j,h_j}(\cdot)$ adalah kepadatan kernel komponen ke- j dalam dimensi ke- d dengan *bandwidth* h_j

Pada estimator kernel terdapat beberapa fungsi kernel yang dapat digunakan untuk estimasi sebaran data di antaranya:

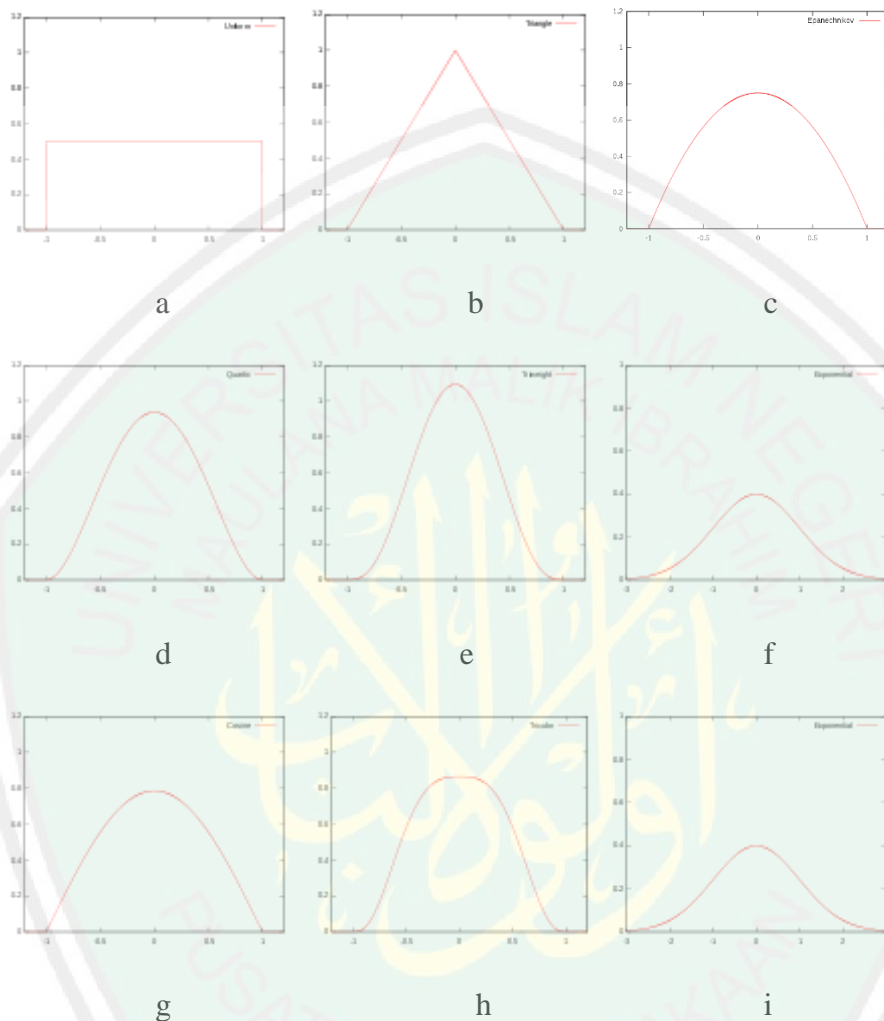
1. Kernel Uniform: $K(x) = \frac{1}{2} I(|x| \leq 1)$
2. Kernel Segitiga (Triangel): $K(x) = (1 - |x|) I(|x| \leq 1)$
3. Kernel Epanechnikov: $K(x) = \frac{3}{4} (1 - x^2) I(|x| \leq 1)$
4. Kernel Kuadrat (Quartik): $K(x) = \frac{15}{16} (1 - x^2)^2 I(|x| \leq 1)$
5. Kernel Triweight: $K(x) = \frac{35}{32} (1 - x^2)^3 I(|x| \leq 1)$
6. Kernel Gaussian: $K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} x^2\right) - \infty < x < \infty$
7. Kernel Cosinus: $K(x) = \frac{\pi}{4} \cos\left(\frac{\pi}{2} x\right) I(|x| \leq 1)$
8. Kernel Tricube: $K(x) = \frac{70}{81} (1 - |x|^3)^3 I(|x| \leq 1)$
9. Kernel Logistik: $K(x) = \frac{1}{e^x + 2 + e^{-x}}$

dengan I adalah fungsi indikator

$$I(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } |x| \leq 1 \\ 0 & \text{jika } |x| > 1 \end{cases}$$

(Sudarno, 2011).

Masing-masing gambar grafik fungsi kernel di atas ditunjukkan pada gambar (2.1).



Gambar 2.1 Grafik Fungsi Kernel
Sumber: (Dedeh Kurniasih tahun 2013)

Keterangan: a : fungsi kernel uniform
b : fungsi kernel triangle
c : fungsi kernel Epanechnikov
d : fungsi kernel Kuartik
e : fungsi kernel Triweight
f : fungsi kernel Gaussian
g : fungsi kernel Cosinus
h : fungsi kernel Tritube
i : fungsi kernel Logistik

2.1.2 Regresi Kernel

Jika diberikan model regresi nonparametrik:

$$y_i = m(x_i) + \varepsilon_i \quad (2.5)$$

Terdapat beberapa metode untuk mengestimasi model regresi nonparametrik pada persamaan (2.5) salah satunya adalah regresi kernel. Regresi kernel merupakan teknik statistik nonparametrik untuk menaksir nilai ekspektasi bersyarat dari suatu variabel random. Nilai ekspektasi umumnya dinotasikan dengan $E(Y|X)$. Tujuan dari regresi kernel adalah mendapatkan hubungan nonlinier antara variabel X dengan Y . Ekspektasi Bersyarat Y terhadap X dinyatakan sebagai berikut :

$$E(Y|X) = m(X) \text{ atau } \hat{y} = m(x) = \int \frac{yf(x,y)dy}{f(x)} \quad (2.6)$$

dimana $f(x,y)$: kepadatan bersama dari (X,Y)
 $f(x)$: kepadatan marginal X

(Musholawati, 2002).

Persamaan $m(x)$ tidak dapat diwujudkan, tetapi \hat{y} dapat dihitung. Menurut Musholawati (2002), pada pengepasan kurva regresi pembobotan tidak dilakukan pada frekuensi X tetapi pada variabel respon Y disekitar x . Maka pembobotan pengamatan Y_i ditentukan oleh jarak X_i terhadap x . Sehingga taksiran yang digunakan adalah:

$$\hat{m}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_h(x : X_1, \dots, X_n) Y_i \quad (2.7)$$

dimana W_h adalah bobot pengalusan yang dipengaruhi oleh penghalus h dan variabel X_1, \dots, X_n . Sehingga bentuk umum penghalus regresi nonparametrik dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{m}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_{hi}(x) Y_i \quad (2.8)$$

dengan $W_{hi}(x) = W_h(x : X_1, \dots, X_n)$ (Musholawati, 2002).

Pada regresi kernel, dikenalkan 3 macam estimator untuk menghitung penaksir $\hat{y} = m(x)$, salah satunya adalah estimator Nadaraya-Watson. Bentuk penaksir Nadaraya Watson ini diperoleh berdasarkan pada fungsi kepadatan kernel (Hardle (1993) dalam Musholawati (2002)). Berdasarkan perkalian taksiran fungsi kernel pada persamaan (2.4), maka dapat diketahui taksiran kepadatan bersama $f(x, y)$ sebagai berikut:

$$\hat{f}_{h_1 h_2}(x, y) = n^{-1} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i) K_{h_2}(y - Y_i) \quad (2.9)$$

Sehingga taksiran penyebut pada persamaan Nadaraya Watson dapat diperoleh dari integral fungsi kepadatan bersama $f(x, y)$:

$$\begin{aligned} \int y \hat{f}_{h_1 h_2}(x, y) &= n^{-1} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i) \int y K_{h_2}(y - Y_i) dy \\ &= n^{-1} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i) \int \frac{y}{h_2} K\left(\frac{y - Y_i}{h_2}\right) dy \\ &= n^{-1} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i) \int (sh_2 + Y_i) K(s) ds \\ &= n^{-1} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i) Y_i \end{aligned} \quad (2.10)$$

dimana $\int (sh_2 + Y_i) K(s) ds = Y_i$ (Kartika, 2000).

Sedangkan taksiran pembilangnya adalah taksiran kepadatan kernel pada persamaan (2.2). Sehingga dari kombinasi kedua taksiran probabilitas bersyarat pada persamaan (2.6) akan diperoleh persamaan Nadaraya Watson, yaitu:

$$\hat{m}(x) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i) Y_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{h_1}(x - X_i)} \quad (2.11)$$

dimana

$$\sum_{i=1}^n K_h(x - X_i) = \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (2.12)$$

sehingga

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) Y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)} \quad (2.13)$$

dengan K adalah fungsi kernel dan h adalah *bandwidth* atau *smoothing parameter*, dan pengontrol kemulusan (Halim dan Bisono, 2006).

Kemudian dari persamaan (2.3) diperoleh

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n K_h(x - x_i) y_i}{\sum_{i=1}^n K_h(x - x_i)} + \varepsilon \quad (2.14)$$

2.1.3 Pemilihan *Bandwidth* Optimal

Pada regresi kernel pemilihan *bandwidth* jauh lebih penting daripada pemilihan fungsi kernel. Jika *bandwidth* yang dipilih terlalu kecil maka akan menghasilkan estimasi yang kurang *smooth* (*under smooth*), sebaliknya jika *bandwidth* yang dipilih terlalu besar maka akan menghasilkan estimasi yang sangat *smooth* (*over smooth*) yang tidak sesuai dengan pola sebaran data. Sehingga harus dipilih nilai *bandwidth* yang optimal agar dihasilkan estimasi terbaik (Mustika, dkk., 2005).

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam pemilihan *bandwidth* yang optimal salah satunya adalah menggunakan kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV). Adapun GCV didefinisikan dengan:

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - H(h))\right)^2} \quad (2.15)$$

dengan

n = banyaknya data

I = matriks identitas

h = *bandwidth*

X = matrik data

$H(h) = X(X'X + nhI)^{-1}X'$ (Michael H., dkk., 1979)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m_h(x_i))^2 \quad (2.16)$$

Menurut Komang dan Gusti (2013), kebaikan suatu estimator dapat dilihat dari tingkat kesalahannya. Terdapat beberapa kriteria untuk menentukan estimator terbaik dalam model regresi nonparametrik, di antaranya:

1. *Mean Square Error* (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

2. *Root Mean Square Error* (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

3. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

2.2 Matahari

Matahari merupakan bintang yang berada di pusat tata surya dan merupakan sumber energi di sekitar tata surya. Matahari disebut bintang karena dapat memancarkan cahaya sendiri. Beberapa lapisan penyusun matahari di

antaranya adalah lapisan inti (*core*), *radiatif*, *konvektif*, *fotosfer*, *kromosfer*, dan lapisan *corona*. Sumber energi dari semua bentuk energi yang dipancarkan matahari berasal dari pusat matahari. Sedangkan jumlah energi matahari yang sampai ke permukaan bumi yang dikenali sebagai konstan surya sekitar 1.370 watt per meter persegi setiap saat. Sinar matahari merupakan sumber kehidupan bagi makhluk di bumi terutama tumbuhan sebagai produsen di bumi.

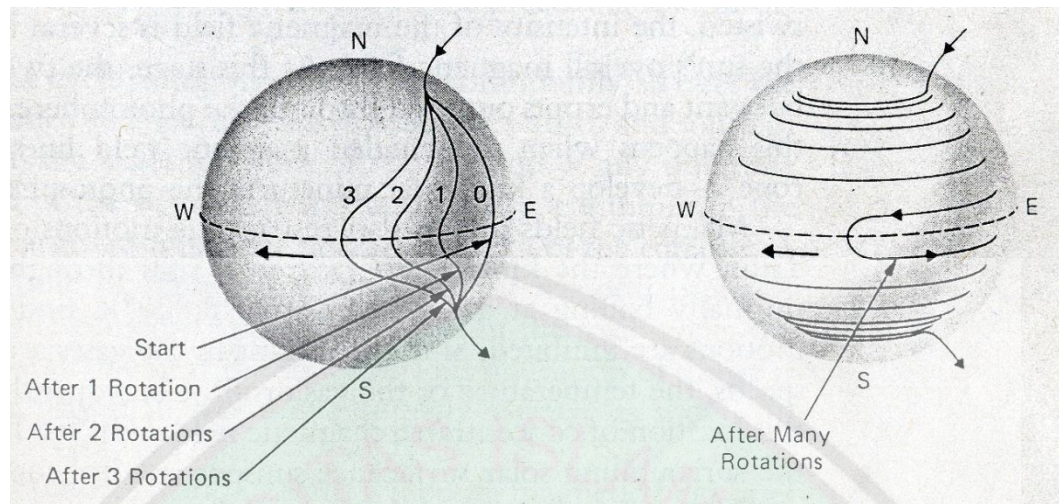
Matahari terdiri dari gas panas, dan untuk terus bersinar matahari merubah hidrogen menjadi helium melalui reaksi nuklir. Akibat dari gerak rotasinya, matahari mempunyai daerah khatulistiwa dan kutub. Garis tengah di ekuator matahari sekitar 864.000 mil (1.5 juta km), sedangkan garis tengah antar kutubnya 43 mil lebih pendek. Matahari merupakan anggota tata surya yang paling besar, karena 98% massa tata surya terkumpul pada matahari.

Selain itu, pada atmosfer matahari terjadi berbagai fenomena. Fenomena-fenomena ini disebut sebagai aktivitas matahari. Aktivitas-aktivitas matahari yang dapat diamati dari bumi terjadi pada lapisan *fotosfer*. Berbagai aktivitas matahari di antaranya: *sunspot*, *granula*, *faculae*, *flare*, *filamen* dan *prominensa*. Fenomena tersebut muncul akibat berlangsungnya transformasi energi dari pusat matahari ke arah luar yang dilakukan secara radiasi maupun konveksi. Diantara aktivitas matahari tersebut yang sering diamati para ahli fisika adalah fenomena kemunculan *sunspot*. Fenomena *sunspot* ini dapat mengakibatkan *flare* yaitu ledakan matahari

2.2.1 Formasi Grup *Sunspot Bipolar*

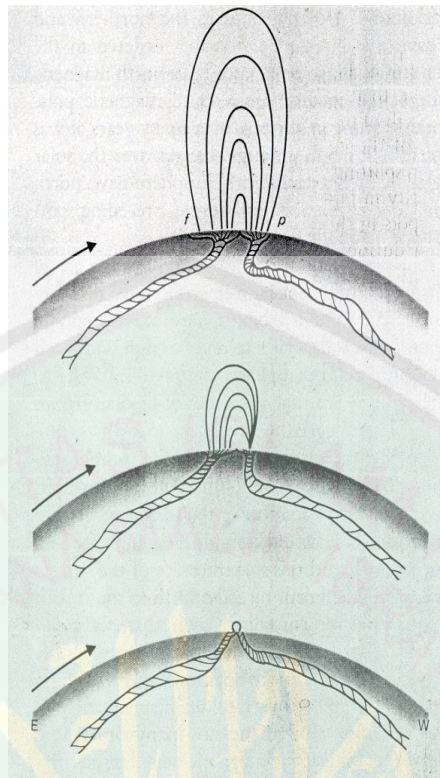
Sunspot merupakan daerah gelap dipermukaan matahari yang memiliki medan magnet yang sangat kuat. *Sunspot* terjadi karena adanya perbedaan temperatur pada permukaan matahari. Daerah *sunspot* mempunyai temperatur yang lebih dingin dibandingkan daerah *fotosfer* di sekitarnya. Daerah *sunspot* ini terdiri dari dua bagian yaitu daerah inti disebut *umbra* yang dikelilingi oleh daerah yang lebih terang disebut *penumbra*. Ukuran *sunspot* bervariasi dari 10×10^{-6} hemisfer matahari sampai grup *sunspot* dengan ukuran 5000×10^{-6} hemisfer matahari (Kaufmann, 1978:139)

Pada tahun 1960, H.A Babcock mencetuskan sebuah teori yang menggambarkan tentang aktivitas medan magnet pembentuk *sunspot* pada lapisan konvektif. Arah rotasi medan magnet pada lapisan ini terbagi dalam dua daerah yaitu rotasi di sekitar kutub dan rotasi sekitar ekuator. Garis-garis medan magnet berjalan dari kutub utara menuju kutub selatan, daerah disekitar ekuator mengalami rotasi yang lebih cepat daripada daerah di kutub. Perbedaan kecepatan rotasi pada matahari ini disebut “Rotasi Diferensial” (gambar 2.1) (Kaufmann, 1978:141).



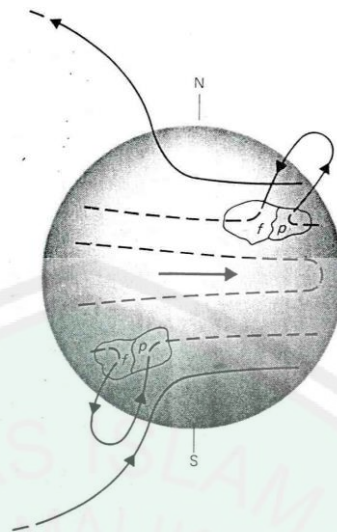
Gambar 2.2 Rotasi Diferensial dan Garis-garis Medan Magnet yang Merapat.
(Sumber: Kaufmann tahun 1978)

Pada gambar (2.2) ditunjukkan kondisi garis medan magnet pada lapisan konveksi. Setelah mengalami satu putaran, garis medan magnet di sekitar equator sedikit meregang keluar menuju arah rotasi matahari. Setelah mengalami dua sampai tiga putaran, daerah tersebut semakin mengalami perenggangan. Sehingga setelah beberapa rotasi, garis-garis medan magnet tersebut akan terpuntir keluar menembus fotosfer (gambar 2.3).



Gambar 2.3 Formasi Grup *Sunspot* Bipolar.
(Sumber: Kaufmann tahun 1978)

Garis-garis medan magnet ini akan menjadi semakin menggeliat dan dengan intensitas lokal medan magnet yang semakin tinggi. Setelah garis-garis medan magnet menjadi sangat bengkok, intensitas medan magnet juga menjadi beberapa ratus lebih kuat dari intensitas medan magnet di seluruh matahari. Selanjutnya medan magnet akan menjadi ringan dan meletus keluar melalui fotosfer. Proses fisis ini menyebabkan terjadinya *bipolaritas* (polaritas ganda) yaitu polaritas positif (*preceeding*, *p*) dan negatif (*following*, *f*) di *fotosfer* matahari (gambar 2.4) (Kaufmann, 1978: 142).



Gambar 2.4 Perbedaan Posisi p, (*preceeding*) dan f, (*following*) dari Grup *Sunspot* di Sisi Utara dan Selatan Ekuator.
(Sumber: Kaufmann tahun 1978)

Medan magnet pada fotosfer akan menghambat dan membatasi gerakan atom, ion dan elektron. Ketika fluks tabung medan magnet menembus fotosfer, gerakan acak gas menjadi terhambat dengan kecepatan yang lebih rendah sehingga temperatur gas turun. Akibatnya, daerah medan magnet ini memancarkan cahaya yang kurang dan tampak lebih gelap daripada permukaan matahari di sekitarnya. Akhirnya terbentuklah *sunspot* (Kaufmann, 1978:142).

2.2.2 Penggambaran dan Pemetaan *Sunspot* di Cakram Matahari

Banyaknya *sunspot* dipengaruhi oleh tingkat aktivitas matahari. Jumlah *sunspot* akan sedikit ketika matahari dalam keadaan tenang dan sebaliknya ketika aktivitas matahari ini tinggi maka jumlah *sunspot* akan semakin banyak. Jumlah *sunspot* pada *fotosfer* umumnya dinyatakan dengan bilangan *sunspot* (*sunspot number*). Bilangan *sunspot* ini dikenalkan oleh astronot Swiss, R Wolf pada tahun 1848, dan disebut juga bilangan Wolf (*Wolf number*). *Wolf Number* didefinisikan dengan persamaan:

$$R = k(10g + f)$$

dengan R : bilangan spot

k : konstanta, bergantung pada peralatan dan pengamat

g : jumlah grup *sunspot*

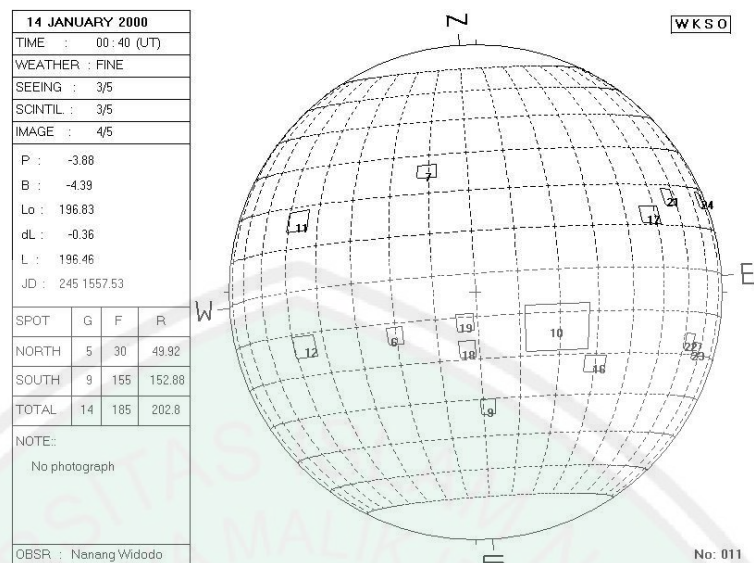
f : jumlah *sunspot* individu

(Sunspot, 1964:237).

Siklus periode *sunspot* berkisar 9-12 tahun. Di awal kemunculannya *sunspot* muncul di daerah lintang tinggi dan kemudian dalam perjalanannya *sunspot* akan semakin mendekati equator matahari.

Pada siklus matahari, pola kejadian *sunspot* pada lintang matahari mempunyai suatu variasi dengan pola yang unik. Posisi kemunculan *sunspot* dibatasi pada $\pm 35^0$ lintang selatan dan $\pm 35^0$ lintang utara. Pada awal siklus matahari, grup *sunspot* cenderung muncul di daerah pada lintang tinggi, dan di lintang yang semakin rendah ketika jumlah *sunspot* yang muncul maksimum hingga pada siklus akhir matahari, grup *sunspot* mendekati daerah khatulistiwa. Hal ini akan terus berulang setiap 11 tahun sekali (Kaufmann, 1978:143)

Berikut ini diberikan contoh hasil pemetaan grup-grup *sunspot* secara digital yang direkam melalui pengamatan rutin dari Balai Pengamatan Dirgantara, gambar (2.5):

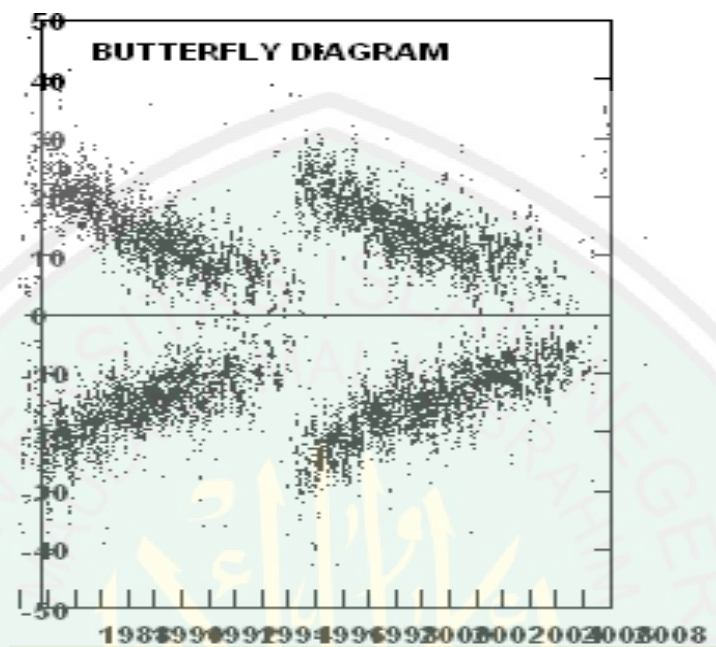


Gambar 2.5 Pemetaan Grup-grup *Sunspot* Digital Tanggal 14 Januari 2000, LAPAN BPD Watukosek
(Sumber: BPD LAPAN Watukosek)

Pada gambar (2.5) ditunjukkan bahwa terdapat grup-grup *sunspot* yang tersebar di lintang utara dan selatan dari equator matahari. Posisi tersebut dilihat berdasarkan garis bujur dan garis lintang yang dilaluinya. Huruf N adalah (kutub Utara), huruf S adalah (kutub Selatan), huruf W menyatakan sisi barat, dan huruf E menyatakan sisi timur Matahari. Nomor [0011], [0012], [0018], [0019] dan seterusnya adalah nomor-nomor grup *sunspot* yang muncul pada tanggal itu di cakram matahari.

Edward Maunder pada tahun 1904 menunjukkan suatu pola yang unik pada perulangan siklus matahari yaitu menyerupai pola kupu-kupu. Data pengamatan menunjukkan bahwa *sunspot* tidak terbentuk secara acak di atas permukaan matahari tetapi terbatas pada lintang dari kedua sisi ekuator. Data posisi *sunspot* menunjukkan, pada setiap rotasi matahari pita-pita ini pertama terbentuk pada lintang menengah, melebar, dan kemudian bergerak ke arah ekuator mengikuti perkembangan setiap siklus matahari. Selanjutnya pola kemunculan

sunspot di permukaan matahari ini digambarkan dalam diagram kupu-kupu Maunder (*Butterfly Diagram*)(gambar 2.6) (Kaufmann, 1978:143).



Gambar 2.6 Diagram Kupu-kupu, Pemetaan Posisi Grup *Sunspot* selama Siklus Matahari ke-22 dan ke-23
(Sumber: BPD LAPAN Watukosek)

Pada gambar (2.6) dapat dilihat pergerakan posisi *sunspot* yang semakin hari akan semakin mendekati ekuator matahari. Fenomena ini terjadi akibat perbedaan kecepatan rotasi *sunspot* pada setiap ketinggian di permukaan matahari. *Sunspot* yang dekat dengan ekuator matahari akan mengalami rotasi lebih cepat daripada *sunspot* yang jauh dari daerah ekuator. Kecepatan rotasi *sunspot* ini akan semakin berkurang dengan bertambahnya ketinggian. *Sunspot* yang dekat dengan ekuator matahari membutuhkan waktu ± 25 hari untuk sekali rotasi, *sunspot* dengan ketinggian $\pm 30^\circ$ LU/LS membutuhkan waktu $\pm 27,5$ hari untuk sekali rotasi. Sedangkan *sunspot* dengan ketinggian $\pm 75^\circ$ LU /LS membutuhkan waktu ± 3

hari untuk sekali, sedangkan *sunspot* yang terletak pada daerah kutub utara dan selatan matahari membutuhkan waktu hingga ± 35 hari untuk sekali rotasi.

2.3 Kajian Al-Qur'an

2.3.1 Kajian Matahari dalam Al-Qur'an

Allah Swt. menciptakan segala sesuatu bukan hanya karena kekuasaan-Nya, namun selalu ada hikmah dan manfaat dibalik apa yang Allah ciptakan. Sebagai manusia yang taqwa kepada-Nya haruslah merenungi segala yang diciptakan Allah dan dapat mengambil ibroh serta manfaat dari segala ciptaan-Nya. Salah satu ciptaan Allah yang sangat bermanfaat bagi manusia adalah matahari. Sebagaimana telah dijelaskan dalam Al-Qur'an, ada beberapa ayat yang menerangkan tentang ciptaan Allah di antaranya:

Surah Yunus ayat 5 yang berbunyi:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ ۗ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

Artinya: "Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkannya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui".

Kata *ضِيَاءً* artinya memiliki sinar, *نُورًا* artinya memiliki cahaya, *وَقَدَرَهُ* artinya dan bulan itu, *مَنَازِلَ* artinya beredar yakni sebanyak 28 garis edar bulan. Allah melakukan itu semua, *الْحِسَابَ* (hisab) sehingga kalian mengetahui bilangan tahun, bulan, hari dan jam, karena kehidupan kalian sangat membutuhkan itu semua. Maka Tuhan Yang Kuasa untuk menciptakan dan mengatur inilah Tuhan yang hak

untuk kalian sembah dan janganlah kalian menyembah selainnya. Ini sebuah penetapan sekaligus penegasan tauhid.

مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ Allah Ta'ala tidak menjadikan kehidupan dunia dan semua alam yang ada ini dengan sia-sia, kemudian hancur dan binasa dan tidak ada sesuatu apapun setelahnya. Allah Ta'ala menciptakan ini semua dengan hak, yaitu dengan tujuan Dia memberikan perintah dan larangan, lalu Dia akan memberikan balasan kepada orang yang taat sesuai dengan ketaatannya dan orang yang bermaksiat sesuai dengan kemaksiatannya. Ini merupakan penegasan masalah kebangkitan dan pembalasan. يُفَصِّلُ الْآيَاتِ (Dia menjelaskan tanda-tanda kekuasaannya) maksudnya dengan penjelasan yang ada pada konteks ayat-ayat ini. لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (kepada orang-orang yang mengetahui) karena hanya merekalah yang dapat mengambil manfaat dari semua itu. Adapun orang-orang yang bodoh, mereka tidak dapat mengambil manfaat dari penjelasan ini (Al-Jazairi, 2007:505-506).

Al-Qur'an surah An-Nahl ayat 12 juga menjelaskan:

وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومَ مُسَخَّرَاتٍ بِأَمْرِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: "Dan Dia menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan untukmu. Dan bintang-bintang itu ditundukkan (untukmu) dengan perintah-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memahaminya".

Terjadinya siang dan malam disebabkan oleh adanya peredaran bulan dan matahari.

Apa yang perlu dicatat manusia ialah bagaimana Allah memberikan kecerdasan kepada manusia untuk memanfaatkan pergantian ini, untuk bekerja dan beristirahat, bagaimana manusia begitu keluar dari dunia primitif, ia dapat

mengatasi perubahan-perubahan dan cahaya buatan, seperti dalam mengolah tanaman, minyak mineral, batu bara gas, atau tenaga listrik yang diambil dari tenaga yang dapat diolah menjadi bermacam-macam sarana buatan dan dapat disimpan untuk dipakai sesuai dengan keperluan manusia.

Bagaimana pula manusia tidak terikat oleh pasang surutnya lautan yang disebabkan oleh bulan dan matahari yang dulu menguasai pelayaran, kemudian tidak lagi menjadi kendala dengan adanya pelabuhan-pelabuhan dan kapal-kapal besar. Bagaimana pelayar dulu yang langsung berada di bawah pengaruh bintang kutub dan bintang-bintang lain. Tetapi sekarang jarum magnet serta peta-peta benar-benar sudah dapat mengubah posisi itu, dan manusia dapat menghitung dan sebegitu jauh dapat mengontrol berbagai macam magnet tersebut. Dalam hal ini matahari, bulan dan bintang sangat berguna bagi manusia. Semua itu karena karunia dan perintah Allah semata, tanpa itu tidak akan ada hukum yang mengimbangi dan tidak ada akal pikiran yang dapat memanfaatkannya (Ali, Y.A., 2009:645).

Pada beberapa ayat Al-Qur'an di atas dapat diketahui bahwa Allah menciptakan segala sesuatu tentu ada hikmah dan manfaatnya bagi manusia. Salah satu ciptaan Allah adalah matahari, dengan adanya matahari maka muncullah ilmu hisab yaitu perhitungan sehingga dapat diketahui bilangan tahun, bulan, hari dan jam, dan hal itu sangat dibutuhkan oleh manusia. Maka sebagai hamba yang berfikir dan taqwa kepada Allah haruslah kita dapat mengambil ibroh dan manfaat dari segala yang diciptakan Allah. Itulah yang menjadi tanda-tanda kekuasaan Allah.

Al-Qur'an surah menjelaskan Fushilat ayat 37 menjelaskan:

وَمِنْ آيَاتِهِ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ ۚ لَا تَسْجُدُوا لِلشَّمْسِ وَلَا لِلْقَمَرِ وَاسْجُدُوا لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَهُنَّ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

Artinya: "Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah malam, siang, matahari dan bulan. Janganlah sembah matahari maupun bulan, tapi sembahlah Allah Yang menciptakannya, Jika Ialah yang kamu hendak sembah".

Malam dan siang saling berlawanan, namun dengan kekuasaan Allah keduanya dapat bermanfaat untuk kepentingan manusia. Sebab malam memberi istirahat dan siang memberi kesempatan untuk melakukan berbagai kegiatan. Matahari dan bulan juga saling melengkapi. Jadi dalam hal-hal yang menyangkut moral dan rohani, yang tampak seolah saling berlawanan, dengan perngaturan yang dibuat oleh Allah dapat dimanfaatkan untuk segala tujuan yang baik. Tak lebih semua itu hanya sarana, Allah-lah penyebabnya. Sujudlah kepada Allah dan bukan kepada barang ciptaan-Nya. Manfaatkanlah segala yang diciptakan-Nya itu, tetapi jangan disembah. Bagi Allah tidak ada pengaruh apa-apa jika manusia tersebut durhaka kepada-Nya, yang rugi manusia sendiri. Kemuliaan Allah siang dan malam diagungkan oleh para malaikat dan manusia yang mendapat karunia berada dekat di Hadirat-Nya. Bagi mereka adalah suatu kegembiraan dan kehormatan berada dalam cahaya kebenaran dan kebahagiaan (Ali, Y.A., 2009:1249).

Al-Qur'an surah Al-A'raf ayat 54 menjelaskan

إِنَّ رَبَّكُمُ اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ يَطْلُبُهُ حَثِيثًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومَ مُسَخَّرَاتٍ بِأَمْرِهِ ۗ أَلَا لَهُ الْخَلْقُ وَالْأَمْرُ ۗ تَبَارَكَ اللَّهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ

Artinya: "Sesungguhnya Tuhan kamu ialah Allah yang telah menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, lalu Dia bersemayam di atas 'Arsy. Dia menutupkan malam kepada siang yang mengikutinya dengan cepat, dan (diciptakan-Nya pula) matahari, bulan dan bintang-bintang (masing-masing) tunduk kepada perintah-

Nya. Ingatlah, menciptakan dan memerintah hanyalah hak Allah. Maha Suci Allah, Tuhan semesta alam.”

Kata **إِنَّ رَبَّكُمْ** (sesungguhnya Tuhan kamu) yang seharusnya kalian sembah, kalian seru, mendekat kepada-Nya dan kalian taati adalah Allah. Rabb kalian yang benar, tiada tuhan yang berhak disembah selain Dia. Adapun berhala dan patung-patung itu, selamanya bukanlah tuhan bagi manusia, sebab semuanya adalah makhluk, bukan Khalik. Berhala dan patung-patung tersebut tidak mampu memberikan manfaat bagi dirinya sendiri atau menolak bahaya yang dating kepadanya, bagaimana mungkin dia bisa melakukan untuk yang lain? Sesungguhnya Tuhan dan sembahkan kalian adalah Allah milik-Nya-lah segala makhluk, Dia-lah yang menguasai dan mengurus dan hanya Dia-lah yang bisa berbuat apapun baik dilangit atau di bumi. Maha suci Allah Rabbul ‘Alamiin.

Segala penciptaan hanya pada Allah Ta’ala maka tidak ada yang berhak memerintah atau melarang selain Allah. Umar berkata barang siapa yang masih tersisa padanya sesuatu hendaklah ia memintanya karena tidak ada sesuatu yang tersisa selama yang mencipta dan memerintah adalah Allah (Al-Jazairi, 2007:76-77).

Al-Qur’an surah Al-an’am ayat 96 menjelaskan:

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

Artinya:”Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) matahari dan bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui”.

Konteks ayat-ayat ini masih menjelaskan tentang dalil-dalil yang mewajibkan untuk meng-Esakan Allah Ta’ala dan menerangkan tentang kebathilan dan kedurhakaan beribadah kepada selain-Nya. Dimana Allah Ta’ala berfirman dengan menjelaskan sifat diri-Nya dengan perbuatan-perbuatan-Nya

yang agung dan bijaksana, yang membuktikan eksistensi ketuhanannya serta menegaskan kekuasaan-Nya, menolak eksistensi kekuasaan selain-Nya yang mana hal itu diklaim oleh orang-orang musyrik bahwa berhala-berhala yang mereka sembah sebagai penolong dan tuhan-tuhan mereka.

Allah Ta'ala berfirman: "Dia menyingsingkan pagi" yaitu Dialah Allah Ta'ala yang telah menyingsingkan kegelapan malam sehingga datang cahaya siang. "Dan menjadikan malam untuk beristirahat" yaitu keterangan tempat dan ketenangan serta peristirahatan dimana makhluk hidup tinggal dan beristirahat dari kepenatan dan kerja pada siang hari.

Dan firman Allah Ta'ala: "dan (menjadikan) matahari dan bulan untuk perhitungan" yaitu Allah Ta'ala menjadikan matahari dan bulan beredar pada orbitnya masing-masing sesuai dengan perhitungan yang telah ditetapkan, tidak ada orang yang mampu menghitungnya kecuali Dia, dan dengan kedua benda itu manusia dapat mengetahui waktu-waktu, seperti waktu untuk beribadah, bekerja, umur juga ketetapan-ketetapan dan hak-haknya.

Kemudian Allah Ta'ala mengisyaratkan kepada perbuatan-Nya itu dalam firmanNya: "Itulah ketentuan Allah Yang Maha Perkasa" yang berkuasa atas segala sesuatu. "lagi Maha Mengetahui" semua ciptaanNya, kondisi dan segala kebutuhannya; dimana Allah Ta'ala melakukan semua itu untuk mereka, bagaimana Dia tidak berhak untuk disembah dan dituhankan oleh mereka? Sungguh aneh kondisi anak keturunan Adam, dan alangkah sesatnya mereka? (Al-Jazairi, 2007:891-892).

Allah menciptakan segala sesuatu selalu ada hikmah dan manfaatnya, hal itulah yang menjadi tanda-tanda kekuasaan Allah. Pada beberapa ayat di atas telah

dijelaskan bahwa tiada tuhan yang berhak disembah kecuali Allah, tiada pula yang dapat menandingi kekuasaan-Nya. Allah menjadikan matahari, bulan dan bintang yang masing-masing beredar pada orbitnya sehingga kita dapat menghitung waktu. Itulah tanda-tanda kekuasaan-Nya Allah. Allah menjadikan segala sesuatu dengan sebaik-baik-Nya dan bermanfaat bagi manusia. Maka patut kita sadari sebagai orang mukmin bahwa tiada tuhan yang berhak disembah kecuali Allah.

2.3.2 Kajian Estimasi dalam Al-Qur'an

Sampel statistik digunakan untuk menduga atau menaksir hubungan parameter yang tidak diketahui dalam statistika. Proses inilah yang disebut dengan estimasi atau pendugaan. Dengan melakukan estimasi maka keadaan parameter suatu populasi dapat diketahui.

Sedangkan yang dimaksud dengan estimator atau penduga adalah anggota peubah acak dari statistik yang mungkin untuk sebuah parameter (anggota peubah diturunkan). Besaran sebagai hasil penerapan penduga terhadap data dari semua contoh disebut nilai duga (estimate).

Terdapat beberapa ayat dalam Al-Qur'an yang menjelaskan tentang estimasi di antaranya surah Yusuf ayat 42 yang berbunyi:

وَقَالَ لِلَّذِي ظَنَّ أَنَّهُ نَاجٍ مِّنْهُمَا اذْكُرْنِي عِنْدَ رَبِّكَ فَأَنَسَهُ الشَّيْطَانُ ذِكْرَ رَبِّهِ فَلَبِثَ فِي السِّجْنِ بِضْعَ

سِنِينَ

Artinya: “Dan Yusuf berkata kepada orang yang diketahuinya akan selamat di antara mereka berdua, “Terangkanlah keadaanmu kepada tuanku” Maka setan menjadikan dia lupa menerangkan (keadaan Yusuf) kepada tuannya. Karena itu tetaplah dia (Yusuf) beberapa penjara beberapa tahun lamanya”

Hubungan metode estimasi dengan ayat di atas terletak pada lafadz **بِضْعَ سِنِينَ**

yang artinya beberapa tahun lamanya. Pada lafadz **بِضْعَ سِنِينَ** tidak dijelaskan

secara jelas lama waktu ketika nabi Yusuf berada dalam penjara namun hanya disebutkan dengan kata beberapa tahun lamanya.

Beberapa pendapat mengatakan maksud dari kata beberapa tahun lamanya dalam ayat tersebut adalah 7 tahun, namun pendapat lain mengatakan bahwa Nabi Yusuf berada dalam penjara selama 12 tahun. Ketika nabi Yusuf berada dalam penjara beliau berpesan kepada mantan penyuguh minum raja yang saat itu terbebas dari penjara. Beliau berpesan untuk mengatakan kepada raja bahwa di dalam penjara ada orang yang pandai mentakwilkan mimpi. Namun syaitan menjadikan lupa kepada penyuguh minum tersebut, sehingga Nabi Yusuf tinggal beberapa tahun lagi dalam penjara yaitu selama 7 tahun dan pendapat lain mengatakan 12 tahun.

Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 203 juga menyebutkan:

وَاذْكُرُوا اللَّهَ فِي أَيَّامٍ مَّعْدُودَاتٍ فَمَنْ تَعَجَّلَ فِي يَوْمَيْنِ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ وَمَنْ تَأَخَّرَ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ لِمَنِ
 اتَّقَىٰ وَاتَّقُوا اللَّهَ وَاعْلَمُوا أَنَّكُمْ إِلَيْهِ تُحْشَرُونَ

Artinya: “Dan berdzikirlah (dengan menyebut) Allah SWT dalam beberapa hari yang terbilang. Barang siapa yang ingin berangkat (dari Mina) sesudah dua hari, maka tiada dosa baginya. Dan barang siapa yang ingin menanggukkan (keberangkatannya dari dua hari itu), maka tidak ada dosa pula baginya, bagi orang yang bertaqwa. Dan bertaqwalah kepada Allah Swt., danketahuilah bahwa kamu akan dikumpulkan kepadanya”.

Pada ayat di atas dijelaskan bahwa Allah Swt. memerintahkan agar umat Islam berdzikir kepadaNya pada hari-hari yang terbilang. Makna hari-hari terbilang ini terkandung dalam lafadz مَّعْدُودَاتٍ. Pada lafadz مَّعْدُودَاتٍ juga tidak disebutkan secara jelas jumlah hari yang dimaksud namun hanya disebutkan secara umum dengan kata hari-hari yang terbilang. Syaikh Abdurrahman bin Nashir as-Sa’adi (2006:323-324), menjelaskan bahwa maksud dari hari-hari yang

terbilang dalam ayat tersebut adalah 3 hari tasyriq setelah Idul Adha. Allah Swt. memerintahkan untuk berdzikir kepadaNya pada 3 hari tasyriq disebabkan karena Allah Swt. mengharamkan berpuasa pada hari itu, sehingga memperbanyak berdzikir pada hari tasyriq memiliki keistimewaan tersendiri yang tidak ada pada hari-hari lainnya.

Ibnu ‘Abbas mengatakan: “Yang dimaksud hari-hari yang terbilang (أَيَّامٍ مَّعْدُودَاتٍ) itu adalah hari-hari Tasyriq, dan yang dimaksud dengan *al-ayyaam al-ma'lumaat* adalah sepuluh hari dalam bulan Dzulhijjah (dari 1-10 Dzulhijjah). Ikrimah mengatakan maksud dari ayat *وَاذْكُرُوا اللَّهَ فِي أَيَّامٍ مَّعْدُودَاتٍ* yakni membaca takbir yaitu lafadz Allahu Akbar, Allahu Akbar pada hari-hari tasyriq setelah shalat wajib (Abdullah, 1994:399).

Hubungan metode estimasi dengan ayat Al-Qur’an juga dijelaskan pada Surah As-Shaaffaat ayat 147:

وَأَرْسَلْنَاهُ إِلَى مِائَةِ أَلْفٍ أَوْ يَزِيدُونَ

Artinya: "Dan Kami utus Dia kepada seratus ribu orang atau lebih."

Pada ayat di atas dijelaskan bahwa Allah Swt mengutus Nabi Yunus kepada umatnya yang jumlahnya 100.000 orang atau lebih dari seratus ribu. Sehingga ketika Nabi Yunus menaungi mereka, maka mereka bertaubat dan Allah Swt menjauhkan adzab itu dari mereka. Ada yang berpendapat jumlah umat Nabi Yunus yang dijanjikan Allah adalah 130.000 orang, 70.000 orang atau 20.000 orang.

Dalam Hadits Riwayat Muslim juga disebutkan tentang metode estimasi, hadits tersebut berbunyi:

حَدِيثُ رَيْدِ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ : نَهَى النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَنْ بَيْعِ النَّخْلِ حَتَّى يَأْكُلَ مِنْهُ أَوْ يَأْكُلَ، وَحَتَّى يُوزَنَ، قَالَ: فَقُلْتُ : مَا يُوزَنُ؟ فَقَالَ رَجُلٌ عِنْدَهُ: حَتَّى يُحْرَزَ (رواه مسلم)

Artinya: "Hadis riwayat Ibnu 'Abbas r.as, ia berkata: Rasulullah saw. Melarang menjual pohon kurma sampai (pemiliknya) memakannya atau buahnya dimakan, dan sampai buahnya ditimbang. Ibnu 'Abbas berkata: Maka akupun berkata, Apa yang dimaksud dengan ditimbang? Seseorang yang bersama Ibnu Abbas berkata: sampai buahnya dijaga (ditaksir). (Shahih Muslim No.2833)

Hadits tersebut menjelaskan tentang larangan menjual buah-buahan yang belum tampak untuk dipetik (belum dapat dimakan) dan haram menjualnya sampai diperkirakan buahnya sudah tampak (dapat dimakan) atau dapat ditimbang.

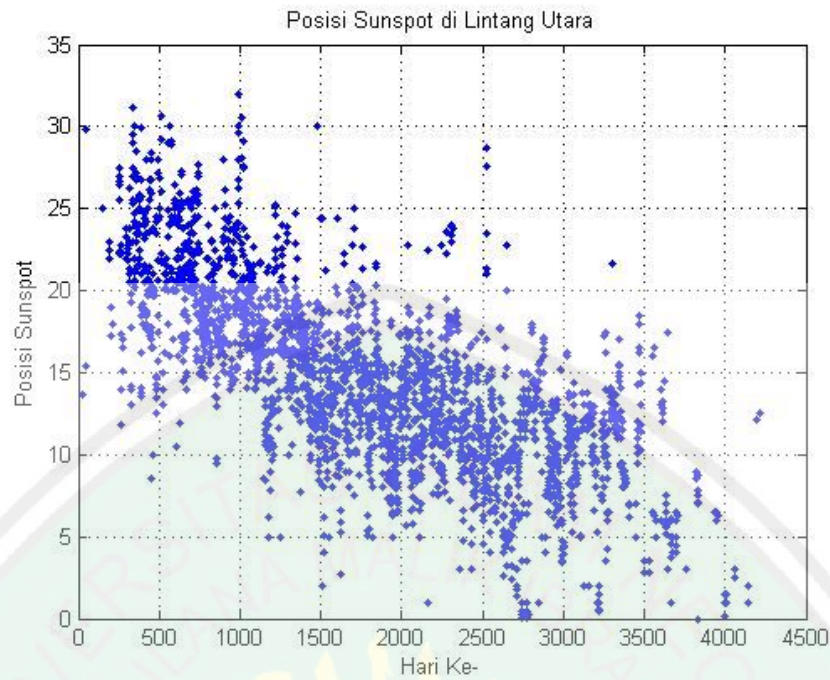
BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

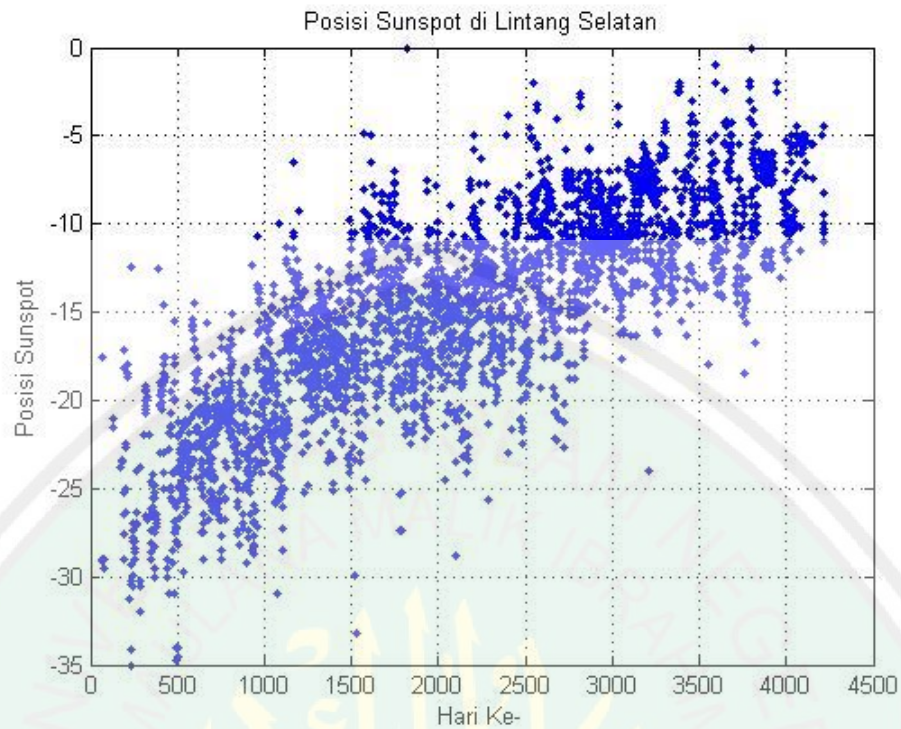
Data (Lampiran 1) diambil dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), BPD Watukosek. Data tersebut diperoleh dari pengamatan aktivitas harian matahari yang bertujuan untuk mengetahui posisi *sunspot* pada garis lintang dan garis bujur matahari dari hari ke hari. Aktivitas matahari meningkat dengan ditandai oleh banyaknya *sunspot* yang muncul pada permukaan matahari. Pada saat puncak aktivitas matahari umumnya banyak *sunspot* yang muncul pada permukaan matahari. Sehingga pada puncak aktivitas matahari ini potensi terjadinya *flare* (badai matahari) juga semakin besar.

Sedangkan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data posisi *sunspot* di lintang utara dan lintang selatan matahari tepatnya pada siklus aktivitas matahari ke 23. Siklus tersebut berlangsung selama ± 11 tahun yang dimulai dari bulan oktober tahun 1996 hingga bulan desember tahun 2007. Data posisi *sunspot* di lintang utara dan selatan tersebut kemudian diplot terhadap waktu pengamatan, yang dimulai dari hari ke-1 hingga hari ke- n (akhir siklus ke 23). Plot sebaran data ditunjukkan pada gambar (3.1) dan gambar (3.2).



Gambar 3.1 Posisi *Sunspot* di Lintang Utara Matahari

Gambar (3.1) merupakan posisi *sunspot* di lintang utara matahari yang diplot berdasarkan waktu pengamatan. Pola sebaran data yang ditunjukkan telah mengikuti pola sebaran data yang disajikan dalam *Butterfly Maunder diagram*. Pada *butterfly diagram* tersebut dapat ditunjukkan untuk setiap rotasi matahari, posisi *sunspot* bergerak dari lintang tinggi, melebar dan kemudian bergerak menuju ekuator. Pada awal siklus letak posisi *sunspot* berada di tinggi $\pm 35^{\circ}$ LU dan akan bergerak mendekati garis ekuator menjelang akhir siklus.



Gambar 3.2 Posisi *Sunspot* di Lintang Selatan Matahari

Gambar (3.2) merupakan posisi *sunspot* di lintang selatan matahari yang diplot berdasarkan waktu pengamatan. Pada gambar (3.2) dapat diketahui letak posisi *sunspot* di belahan selatan matahari cenderung muncul di lintang tinggi $\pm 35^{\circ}$ LS pada awal siklus dan akan semakin mendekati garis ekuator pada akhir siklus. Pada lintang selatan matahari posisi *sunspot* ditandai dengan nilai negatif pada garis lintangnya sehingga lintang tinggi di awal siklus berada pada lintang $\pm (-35^{\circ})$ LS. Pemahaman pola *sunspot* yang disajikan dalam *butterfly Maunder diagram* tersebut menyatakan bagaimana medan magnet internal matahari dibangkitkan.

Gambar (3.1) dan (3.2) menunjukkan posisi *sunspot* terhadap waktu selama 1 siklus yaitu 11 tahun di lintang utara dan selatan matahari. Hasil

pengamatan selama siklus ke-23 diperoleh total data sebanyak 4108. Adapun distribusi jumlah hari pengamatan seperti pada tabel (3.1).

Tabel 3.1 Distribusi Hari Pengamatan Selama 1 Siklus (11 Tahun)

Tahun	Bulan	Jumlah hari
1	Oktober 1996-Desember 1997	456
2	Januari 1998- Desember 1998	365
3	Januari 1999- Desember 1999	365
4	Januari 2000- Desember 2000	366
5	Januari 2001- Desember 2001	365
6	Januari 2002- Desember 2002	365
7	Januari 2003- Desember 2003	365
8	Januari 2004- Desember 2004	366
9	Januari 2005- Desember 2005	365
10	Januari 2006- Desember 2006	365
11	Januari 2007- Desember 2007	365
Jumlah hari dalam 11 tahun		4108

Berdasarkan tabel (3.1) dapat diketahui bahwa selama 11 tahun pengamatan dari tahun 1996 hingga tahun 2007 terdapat 4108 data posisi *sunspot* yang berada di cakram matahari. Jumlah tersebut sesuai dengan banyaknya hari selama 11 tahun pada siklus ke-23. Puncak siklus matahari ke-23 terjadi pada tahun 2002. Puncak siklus ini ditandai dengan jumlah maksimum *sunspot* yang muncul pada tahun itu. Aktivitas matahari di saat puncak siklus sangatlah besar.

3.2 Analisis Data

Data posisi *sunspot* yang disajikan dalam gambar (3.1) dan gambar (3.2), bila dilihat dari pola sebarannya maka data tersebut sulit diestimasi bila digunakan pendekatan regresi parametrik, karena kurva tidak membentuk pola linear, kuadratik, eksponensial, atau kubik. Kurva regresi akan diestimasi menggunakan

pendekatan regresi nonparametrik dengan estimator kernel. Estimator kernel yang digunakan adalah estimator kernel cosinus dan Gaussian. Pemilihan fungsi kernel ini didasarkan pada pola sebaran data pada *butterfly Maunder diagram*, dan juga berdasarkan hasil dari penelitian sebelumnya (Komang dan Gusti, 2012). Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa kernel Gaussian memperoleh hasil yang lebih teliti dibandingkan dengan kernel Triweight. Sehingga pada penelitian ini digunakan kernel cosinus sebagai pembanding kernel Gaussian. Variabel X pada estimator kernel menunjukkan variabel prediktor yaitu waktu/ hari ke- dari pengamatan *sunspot* sedangkan variabel Y menunjukkan variabel respon yaitu posisi *sunspot* di lintang utara dan selatan matahari.

3.2.1 Estimator Kernel Gaussian pada *Butterfly Maunder diagram*

Estimator kernel Gaussian diperoleh dengan cara mensubstitusikan kernel Fungsi Gaussian pada persamaan (2.13) menjadi:

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right)^2 \right) Y_i \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right)^2 \right)} \quad (3.1)$$

sehingga persamaan (2.14) akan menjadi:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right)^2 \right) Y_i \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right)^2 \right)} + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$

dimana:

X : variabel prediktor

x_i : variabelprediktor ke i

y_i : variabel respon ke i
 h : bandwidth
 ε : error

Persamaan (3.2) kemudian digunakan untuk mengestimasi data pada gambar (3.1) dan gambar (3.2). Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk mendapatkan kurva estimasi dengan estimator kernel Gaussian adalah sebagai berikut:

1. Data yang didapat dari BPD LAPAN Watukosek diolah dengan menggunakan software Microsoft Excel 2010.
2. Data tersebut kemudian diimport pada program MATLAB R2010a.
3. Membuat program kernel pada MATLAB R2010a dengan algoritma sebagai berikut:
 - a. Setelah data pada Microsoft Excel 2010 diimport ke program MATLAB R2010a maka akan tersedia data x_i , x_j , dan y_i dimana i dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$
 - b. Untuk $i = 1$,
 - Dihitung: $\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)$ dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$
 - Dihitung $w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)$ dengan w adalah fungsi kernel Gaussian

sehingga persamaan menjadi $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)^2\right)$

- Dihitung $y_j w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)$ dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$

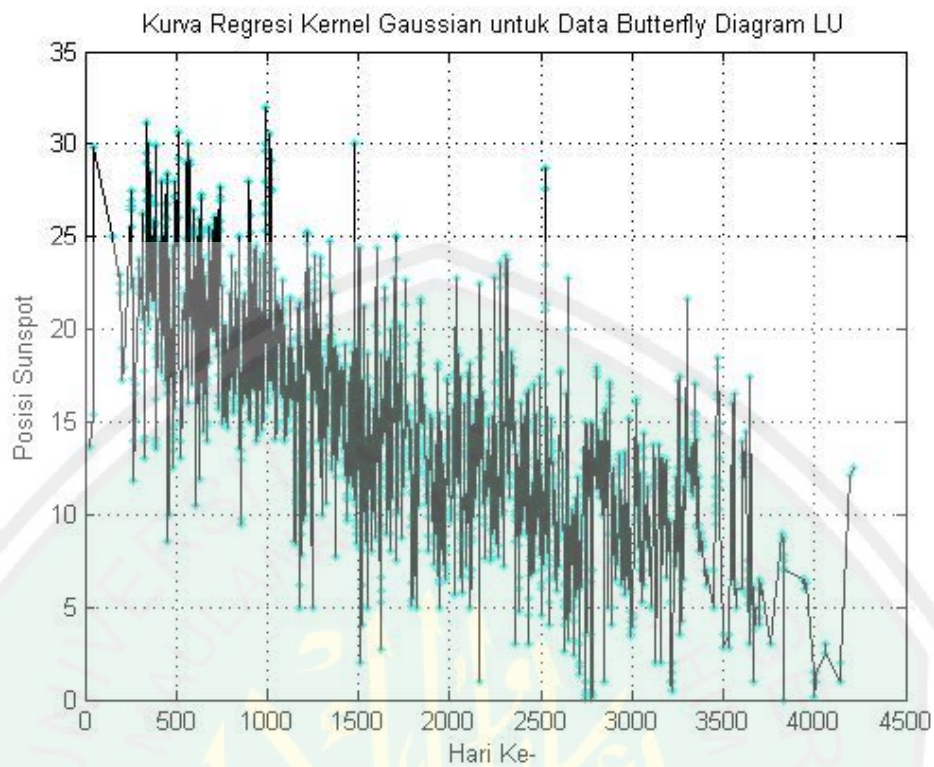
- Dihitung $\hat{m}(x) = \frac{\sum_{j=1}^n y_j w\left(\frac{x_1 - x_j}{h}\right)}{\sum_{j=1}^n w\left(\frac{x_1 - x_j}{h}\right)}$

dengan

$$w\left(\frac{x_1 - x_j}{h}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x_1 - x_j}{h}\right)^2\right)$$

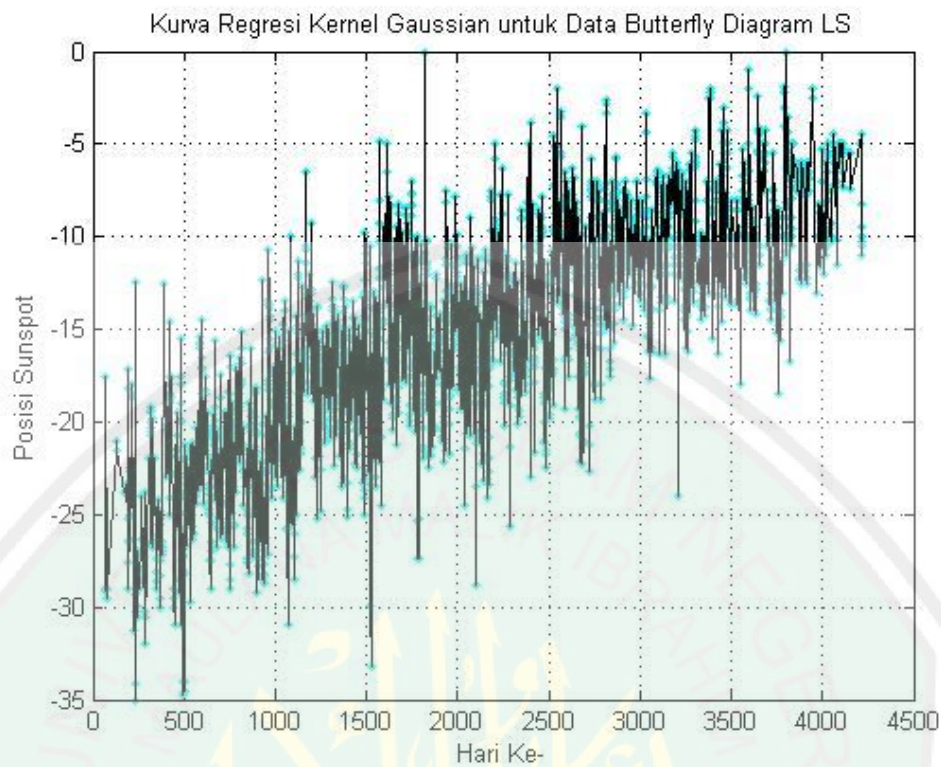
c. Dilanjutkan untuk $i = 2, 3, \dots, n$

Pemilihan *bandwidth* menjadi hal terpenting setelah melakukan langkah-langkah di atas. Apabila *bandwidth* yang dipilih terlalu kecil maka akan menghasilkan kurva regresi yang sangat kasar (*under-smoothing*), sebaliknya jika *bandwidth* yang dipilih terlalu besar maka akan menghasilkan kurva regresi yang terlalu mulus (*over-smoothing*). Apabila digunakan software MATLAB R2010a maka pendekatan estimator kernel Gaussian yang dijabarkan pada persamaan (3.2) terhadap data *butterfly diagram* dengan *bandwidth* sebesar 0.1 dapat dilihat pada gambar (3.3) dan (3.4).



Gambar 3.3 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Utara Matahari dengan *bandwidth* sebesar 0.1

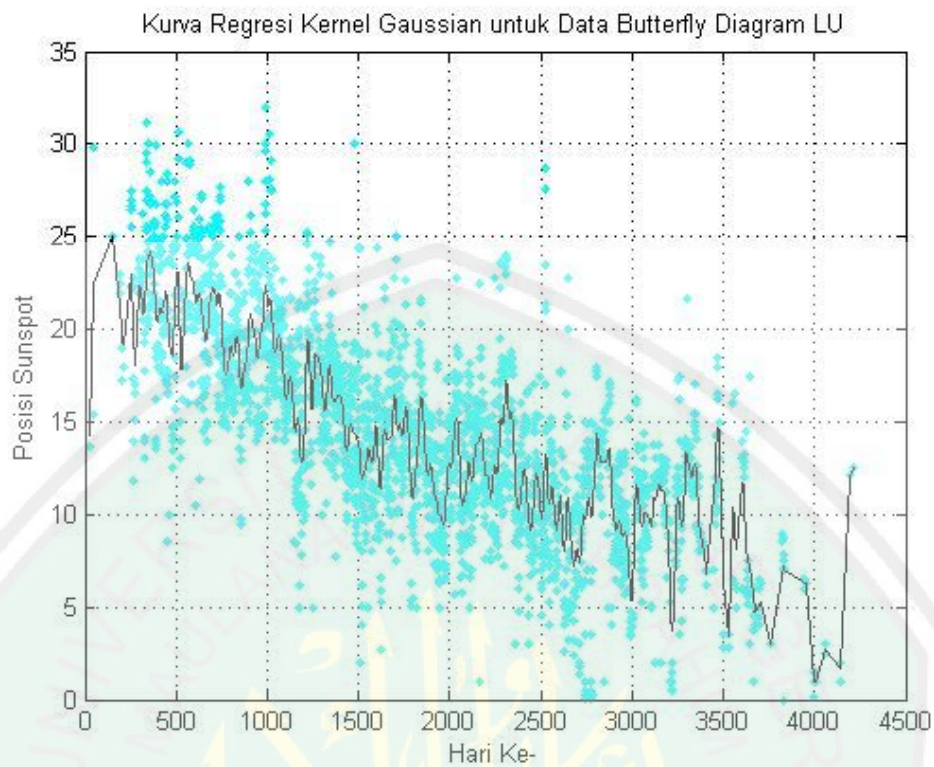
Gambar (3.3) merupakan hasil pendekatan estimator kernel Gaussian terhadap data posisi *sunspot* di lintang utara ekuator matahari. Apabila digunakan *bandwidth* sebesar 0.1 maka akan diperoleh bentuk kurva seperti pada gambar (3.3). Bentuk kurva yang dihasilkan telah mengikuti pola sebaran data pada grafik artinya sebagian besar data telah terlewati oleh grafik.



Gambar 3.4 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Selatan Matahari dengan *bandwidth* sebesar 0.1

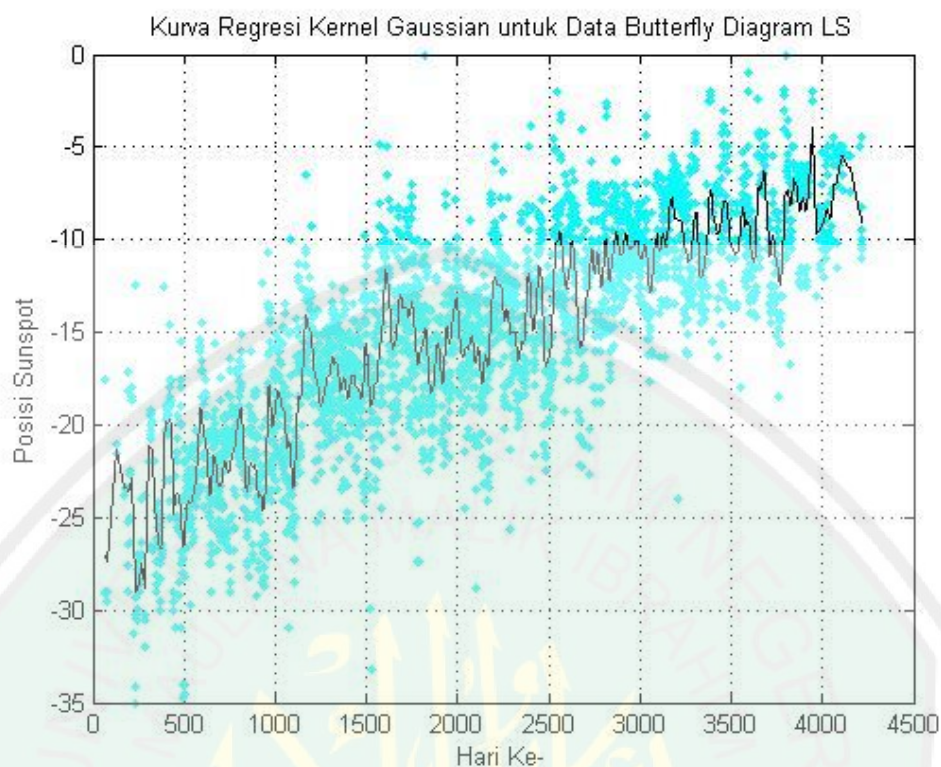
Gambar (3.4) merupakan hasil pendekatan estimator kernel Gaussian terhadap posisi *sunspot* di lintang selatan ekuator matahari dengan *bandwidth* sebesar 0.1. Kurva yang dihasilkan dari pendekatan tersebut juga mengikuti pola sebaran data dalam *butterfly Maunder diagram*. Dengan menggunakan *bandwidth* sebesar 0.1 maka sebagian besar data dilewati oleh kurva artinya kurva menjangkau hampir semua titik data.

Sedangkan jika diberikan *bandwidth* sebesar 10 maka pendekatan estimator kernel Gaussian terhadap pola sebaran data pada *butterfly diagram* dapat dilihat pada gambar (3.5) dan gambar (3.6).



Gambar 3.5 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Utara Matahari dengan *bandwidth* sebesar 10

Gambar (3.5) merupakan estimasi kurva kernel Gaussian terhadap posisi *sunspot* di lintang utara ekuator matahari dengan *bandwidth* sebesar 10. Pada gambar (3.5) dapat dilihat bahwa kurva yang dihasilkan terlalu mulus, artinya kurva tidak melewati sebagian besar sebaran data sehingga banyak sebaran data yang tidak terjangkau oleh kurva tersebut.



Gambar 3.6 Estimasi Kurva Regresi Kernel Gaussian terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Selatan Matahari dengan *bandwidth* sebesar 10

Gambar (3.6) merupakan estimasi kurva kernel Gaussian terhadap posisi *sunspot* di lintang selatan ekuator matahari dengan *bandwidth* sebesar 10. Pada gambar (3.6) dapat dilihat bahwa kurva yang dihasilkan terlalu mulus, artinya dengan *bandwidth* yang terlalu besar kurva yang dihasilkan tidak melewati sebagian besar sebaran data.

Pada penelitian ini digunakan kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV) untuk mendapatkan *bandwidth optimal*. Rumus GCV yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - [X(X'X + nhI)^{-1}X'])\right)^2} \quad (3.3)$$

Adapun langkah-langkah untuk menentukan GCV menggunakan software MATLAB R2010a adalah sebagai berikut:

1. Dicari *Mean Square Error* (MSE) dari hasil pendekatan estimator kernel yang telah diperoleh dengan rumus:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m_h(x_i))^2$$

Algoritma yang digunakan adalah:

- a. Untuk $i = 1$, hitung $(y_1 - m_h(x_1))^2$
- b. Untuk $i = 2$, hitung $(y_2 - m_h(x_2))^2$
- c. Untuk $i = 3$, hitung $(y_3 - m_h(x_3))^2$
- d. Dilanjutkan untuk $i = 4, 5, 6, \dots, n$
- e. Dihitung

$$MSE = \frac{1}{n} \left((y_1 - m_h(x_1))^2 + (y_2 - m_h(x_2))^2 + (y_3 - m_h(x_3))^2 + \dots + (y_n - m_h(x_n))^2 \right)$$

Bentuk umumnya adalah:
$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m_h(x_i))^2$$

2. Dihitung penyebut dari rumus umum GCV yaitu:

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - [X(X'X + nhI)^{-1}X'])\right)^2}$$

$$A = \left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - H(h))\right)^2 = \left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - X(X'X + nhI)^{-1}X')\right)^2$$

dengan A adalah penyebut dari GCV

Algoritma yang digunakan adalah:

- a. Dibuat matriks X dengan ordo $n \times 1$
 - b. Matriks X kemudian ditransposkan menjadi $[X']$ dengan ordo $1 \times n$
 - c. Dibuat matriks baru dengan rumus $[X(X'X + nhI)^{-1}X']$
 - d. Dibuat matriks I dengan ordo $n \times n$
 - e. Dibuat matriks baru menggunakan rumus $[I - [X(X'X + nhI)^{-1}X']]$ dengan ordo $n \times n$
 - f. Dihitung trace dari matriks $[I - [X(X'X + nhI)^{-1}X']]$, trace adalah penjumlahan diagonal utama suatu matriks berordo $n \times n$
 - g. Dihitung $\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - X(X'X + nhI)^{-1}X')\right)^2$
3. Dihitung GCV dengan rumus:

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - H(h))\right)^2} = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - [X(X'X + nhI)^{-1}X'])\right)^2}$$

Bandwidth optimal didapatkan dengan kriteria GCV minimum. Nilai GCV ini diperoleh dengan memasukkan nilai *bandwidth* (h) pada persamaan (3.3). Nilai *bandwidth* yang dimasukkan dimulai dari nilai terkecil yaitu 0.1 hingga nilai terbesar yaitu 10.5 dengan selang kenaikan sebesar 0.5. Adapun nilai GCV dapat dilihat pada tabel (3.2) dan tabel (3.3)

Tabel 3.2 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Gaussian terhadap Butterfly Diagram LU

Bandwidth (h)	GCV	Bandwidth (h)	GCV
0.1	3.67×10^{-31}	5.5	6.249
0.5	0.1798	6	6.6479
1	1.4656	6.5	7.0289
1.5	2.2984	7	7.7301
2	2.9405	7.5	7.7301
2.5	3.4995	8	8.0477
3	4.014	8.5	8.3426
3.5	4.4983	9	8.615
4	4.9601	9.5	8.8657
4.5	5.4045	10	9.0956
5	5.8341	10.5	9.3062

Pada tabel (3.2) dapat dilihat nilai GCV dengan *bandwidth* sebesar 0.1 hingga 10.5. Nilai GCV ini cenderung semakin naik dengan pertambahan nilai *bandwidth*. Nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* terendah yakni sebesar 0.1. Berbeda dengan penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa nilai *bandwidth* minimum akan menghasilkan bentuk kurva kasar. Pada penelitian ini *bandwidth optimal* terdapat pada nilai *bandwidth* terendah yakni 0.1 dengan GCV minimum sebesar 3.67×10^{-31} . Hal ini disebabkan karena pola sebaran data yang digunakan berbeda dengan penelitian sebelumnya (Komang dan Gusti, 2012). Pada penelitian ini data yang digunakan dalam jumlah besar dan pola sebaran data sangatlah teratur dengan jangkauan sempit sehingga nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* terendah yakni 0.1.

Tabel 3.3 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Gaussian terhadap Butterfly Diagram LS

Bandwidth (h)	GCV	Bandwidth (h)	GCV
0.1	4.40×10^{-31}	5.5	5.687
0.5	0.1683	6	6.0103
1	1.393	6.5	6.3143
1.5	2.205	7	6.5982
2	2.8141	7.5	6.8616
2.5	3.3273	8	7.1041
3	3.7872	8.5	7.3263
3.5	4.2109	9	7.5288
4	4.6084	9.5	7.7127
4.5	4.9857	10	7.8793
5	5.3452	10.5	8.0302

Tabel (3.3) merupakan tabel nilai GCV dengan *bandwidth* terendah sebesar 0.1 hingga *bandwidth* tertinggi 10.5 dengan kenaikan sebesar 0.5. Pada tabel (3.3) dapat dilihat nilai GCV pada *butterfly diagram* LS cenderung semakin naik dengan pertambahan nilai *bandwidth*. Seperti halnya nilai GCV pada tabel (3.3), nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* terendah yakni sebesar 0.1. Hal ini juga berbeda dengan penelitian sebelumnya (Komang dan Gusti, 2012). Pada penelitian ini *bandwidth optimal* terdapat pada nilai *bandwidth* terendah 0.1 dengan GCV minimum sebesar 4.40×10^{-31} , hal ini juga disebabkan karena data yang digunakan pada penelitian ini dalam jumlah besar dan pola sebaran data sangatlah teratur dengan jangkauan sempit sehingga nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* terendah yakni 0.1.

3.2.2 Estimator Kernel Cosinus pada *Butterfly Maunder diagram*

Pendekatan kurva menggunakan estimator kernel cosinus diperoleh dengan cara mensubstitusikan kernel fungsi cosinus pada persamaan (2.13) menjadi:

$$\hat{m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\pi}{4} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right) \right) \right) IY_i}{\sum_{i=1}^n \frac{\pi}{4} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right) \right) I} \quad (3.4)$$

sehingga persamaan (2.14) akan menjadi:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\pi}{4} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right) \right) \right) IY_i}{\sum_{i=1}^n \frac{\pi}{4} \cos \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x - X_i}{h} \right) \right) I} + \varepsilon_i \quad (3.5)$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$

dimana:

X : variabel prediktor

x_i : variabel predictor ke i

y_i : variabel respon ke i

h : *bandwidth*

ε : *error*

Setelah diperoleh persamaan (3.5), kemudian dilakukan estimasi data *butterfly diagram* pada gambar (3.1) dan gambar (3.2). Adapun langkah untuk memperoleh estimasi kurva regresi dengan estimator kernel cosinus, hampir sama dengan langkah yang digunakan dalam pendekatan estimator kernel Gaussian yaitu sebagai berikut:

1. Data yang didapat dari BPD LAPAN Watukosek diolah dengan menggunakan software Microsoft Excel 2010.
2. Data tersebut kemudian diimport pada program MATLAB R2010a.
3. Membuat program kernel pada MATLAB R2010a dengan algoritma sebagai berikut:

f. Setelah data pada Microsoft Excel 2010 diimport ke program MATLAB R2010a maka akan tersedia data x_i , x_j , dan y_i dimana i dan

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

g. Untuk $i = 1$,

- Dihitung: $\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)$ dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$.
- Dihitung $w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)$ dengan w adalah fungsi kernel cosinus

sehingga persamaan menjadi $\frac{\pi}{4} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)\right) I$

- Dihitung $y_j w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)$ dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$.

- Dihitung $\hat{m}(x) = \frac{\sum_{j=1}^n y_j w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)}{\sum_{j=1}^n w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)}$

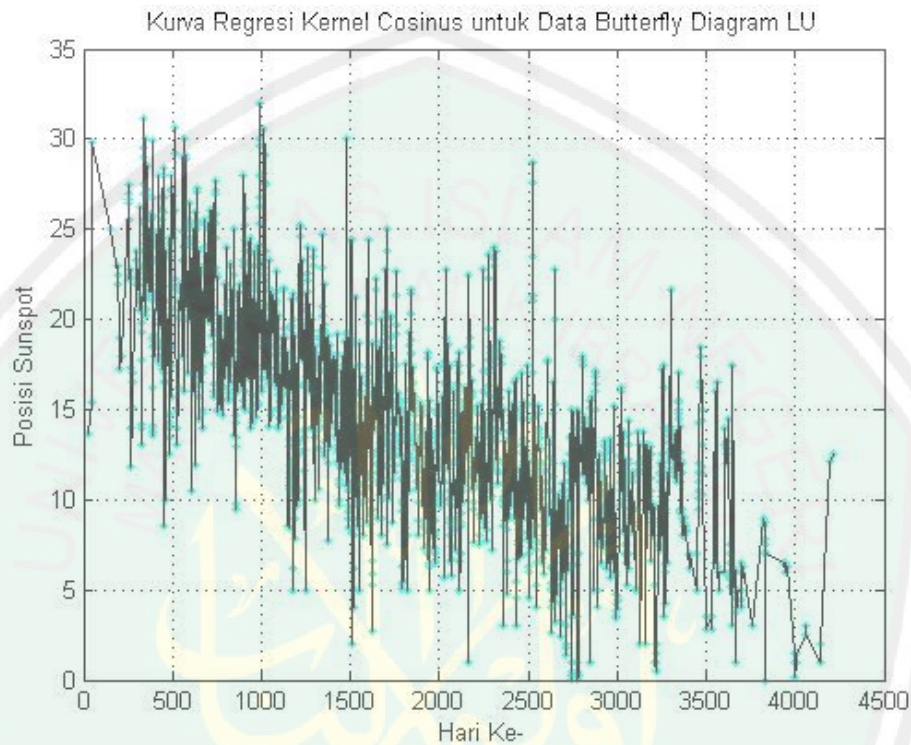
dengan

$$w\left(\frac{x_i - x_j}{h}\right) = \frac{\pi}{4} \cos\left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{x_i - x_j}{h}\right)\right) I$$

h. Dilanjutkan untuk $i = 2, 3, \dots, n$

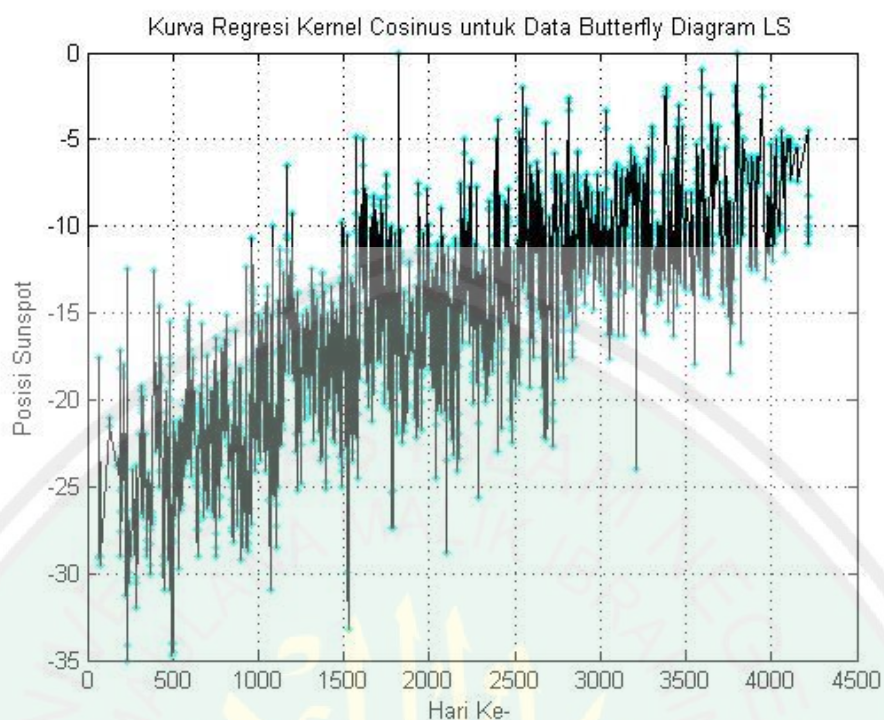
Setelah melakukan langkah di atas, hal penting selanjutnya adalah proses pemilihan *bandwidth*. Apabila *bandwidth* yang dipilih terlalu kecil maka akan menghasilkan kurva regresi yang sangat kasar (*under-smoothing*), sebaliknya jika *bandwidth* yang dipilih terlalu besar maka akan menghasilkan kurva regresi yang terlalu mulus (*over-smoothing*). Apabila digunakan software MATLAB R2010a

maka pendekatan estimator kernel cosinus yang dijabarkan pada persamaan (3.4) terhadap data *butterfly diagram* dengan *bandwidth* sebesar 0.1 dapat dilihat pada gambar (3.7) dan (3.8)



Gambar 3.7 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Utara Matahari dengan *bandwidth* sebesar 0.1

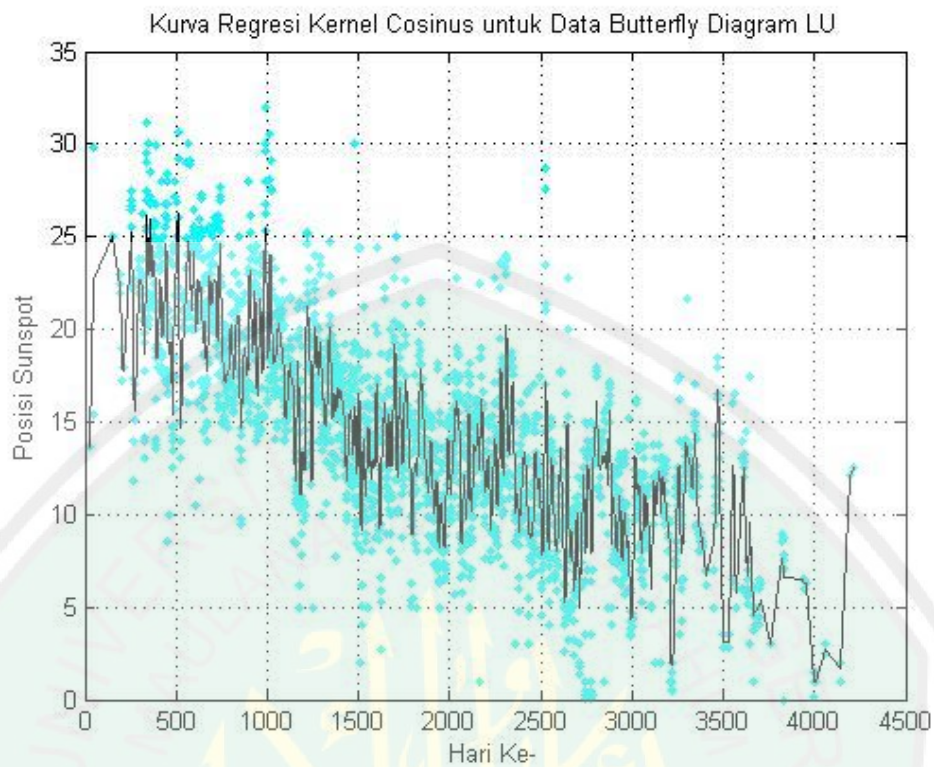
Gambar (3.7) merupakan hasil pendekatan estimator kernel cosinus terhadap data posisi *sunspot* di lintang utara ekuator matahari. Apabila digunakan *bandwidth* sebesar 0.1 maka akan diperoleh bentuk kurva yang sesuai dengan pola sebaran data pada *butterfly diagram*, artinya sebagian besar data telah terlewati oleh kurva.



Gambar 3.8 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Selatan Matahari dengan *bandwidth* sebesar 0.1

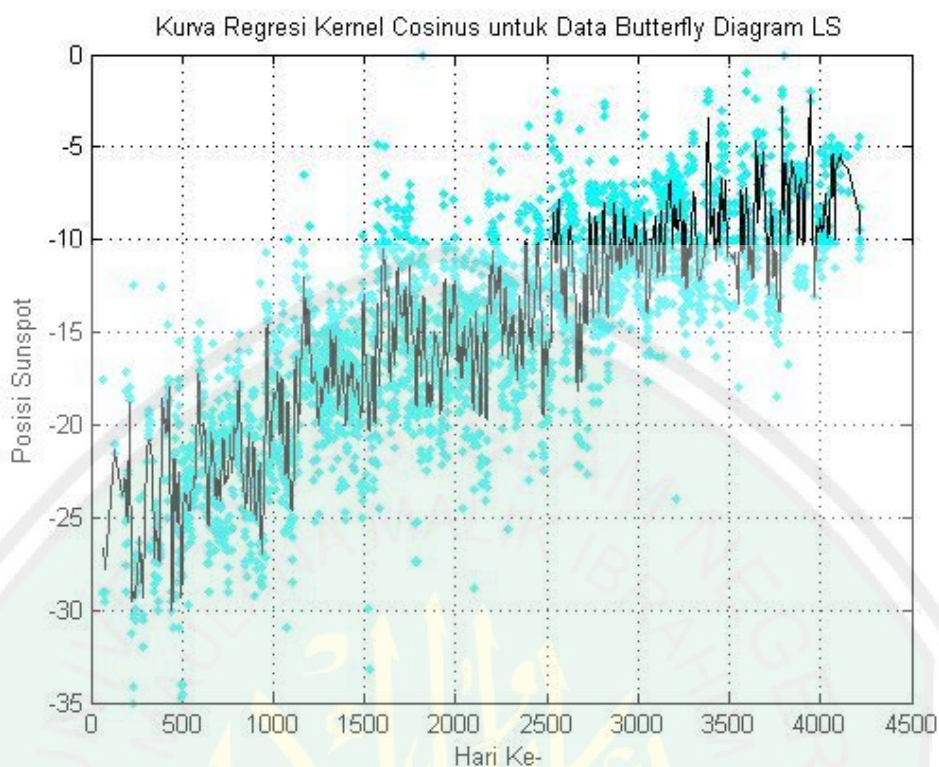
Gambar (3.8) merupakan hasil pendekatan estimator kernel cosinus terhadap posisi *sunspot* di lintang selatan ekuator matahari dengan *bandwidth* sebesar 0.1. Kurva yang dihasilkan dari pendekatan tersebut juga mengikuti pola sebaran data dalam *butterfly Maunder diagram*. Apabila menggunakan *bandwidth* sebesar 0.1 maka sebagian besar data telah terlewat oleh kurva artinya kurva menjangkau hampir semua titik data.

Sedangkan jika diberikan *bandwidth* sebesar 10, pendekatan estimator kernel cosinus terhadap data dapat dilihat pada gambar (3.9) dan gambar (3.10).



Gambar 3.9 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Utara Matahari dengan *bandwidth* sebesar 10

Gambar (3.9) merupakan estimasi kurva kernel cosinus terhadap terhadap data posisi *sunspot* di lintang utara ekuator matahari dengan *bandwidth* sebesar 10. Kurva yang dihasilkan terlalu mulus, artinya bentuk kurva tidak melewati sebagian besar sebaran data sehingga banyak data yang tidak terjangkau oleh lebar kurva tersebut.



Gambar 3.10 Estimasi Kurva Regresi Kernel Cosinus terhadap Posisi *Sunspot* di Lintang Selatan Matahari dengan *bandwidth* sebesar 10

Gambar (3.10) merupakan estimasi kurva kernel cosinus terhadap terhadap data posisi *sunspot* di lintang selatan ekuator matahari dengan *bandwidth* sebesar 10. Kurva yang dihasilkan juga terlalu mulus, artinya kurva tidak melewati sebagian besar sebaran data sehingga banyak data yang tidak terjangkau oleh lebar kurva tersebut.

Pada penelitian ini untuk mendapatkan *bandwidth* yang optimal digunakan kriteria *Generalized Cross Validation* (GCV). Rumus GCV yang digunakan telah dijelaskan pada persamaan (2.3). Adapun langkah-langkah untuk menentukan GCV menggunakan software MATLAB R2010a adalah sebagai berikut:

1. Dicari *Mean Square Error* (MSE) dari hasil pendekatan estimator kernel yang telah diperoleh dengan rumus:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m_h(x_i))^2$$

Algoritma yang digunakan adalah:

- Untuk $i = 1$, hitung $(y_1 - m_h(x_1))^2$
- Untuk $i = 2$, hitung $(y_2 - m_h(x_2))^2$
- Untuk $i = 3$, hitung $(y_3 - m_h(x_3))^2$
- Dilanjutkan untuk $i = 4, 5, 6, \dots, n$
- Dihitung

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - m_h(x_i))^2$$

- Dihitung penyebut dari rumus umum GCV yaitu:

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - [X(X'X + nhI)^{-1}X']) \right)^2}$$

$$A = \left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - H(h)) \right)^2 = \left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - X(X'X + nhI)^{-1}X') \right)^2$$

dengan A adalah penyebut dari GCV

Algoritma yang digunakan adalah:

- Dibuat matriks X dengan ordo $n \times 1$
- Matriks X kemudian ditransposkan menjadi X'
- Dibuat matriks baru menggunakan rumus $[X(X'X + nhI)^{-1}X']$
- Dibuat matriks I dengan ordo $n \times n$
- Dibuat matriks baru menggunakan rumus $[I - [X(X'X + nhI)^{-1}X']]$

dengan ordo $n \times n$

f. Dihitung trace dari matriks $[I - [X(X'X + nhI)^{-1}X']]$, *trace* adalah penjumlahan diagonal utama suatu matriks berordo $n \times n$

g. Dihitung $\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - X(X'X + nhI)^{-1}X')\right)^2$

3. Dihitung GCV dengan rumus:

$$GCV = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - H(h))\right)^2} = \frac{MSE}{\left(\frac{1}{n} \text{tr}(I - [X(X'X + nhI)^{-1}X'])\right)^2}$$

Bandwidth yang optimal didapatkan dengan kriteria GCV minimum. Nilai GCV ini diperoleh dengan memasukkan nilai *bandwidth* (h) pada persamaan (2.3). Nilai *bandwidth* yang dimasukkan dimulai dari nilai terkecil yaitu 0.1, 0.5, 0.9, hingga nilai terbesar yaitu 10. Adapun nilai GCV dapat dilihat pada tabel (3.4) dan tabel (3.5).

Tabel 3.4 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Cosinus terhadap Butterfly Diagram LU

Bandwidth (h)	GCV	Bandwidth (h)	GCV
0.1	5.80×10^{-31}	5	3.4657
0.5	5.80×10^{-31}	5.5	3.7492
0.9	5.80×10^{-31}	6	3.9691
1	9.68×10^{-6}	6.5	4.239
1.5	1.0515	7	4.4557
2	1.4794	7.5	4.7053
2.5	2.0021	8	4.9116
3	2.3107	8.5	5.1475
3.5	2.6849	9	5.3469
4	2.9368	9.5	5.572
4.5	3.2414	10	5.7662

Tabel (3.4) menunjukkan nilai GCV dengan *bandwidth* sebesar 0.1 hingga 10 dari *data butterfly* diagram LU. Nilai GCV ini cenderung semakin naik dengan pertambahan nilai *bandwidth*. Pada tabel (3.4) dapat dilihat nilai *bandwidth* 0.1, 0.5

dan 0.9 menghasilkan nilai GCV yang sama dengan nilai GCV minimum yakni sebesar 5.80×10^{-31} . Sehingga dapat disimpulkan bahwa *bandwidth optimal* sebesar 0.1, 0.5 dan 0.9. *Bandwidth optimal* yang dipilih adalah sebesar 0.9, karena dengan penambahan *bandwidth* menjadi 1, nilai GCV berubah signifikan yakni $9,68 \times 10^{-6}$. Hal ini menyatakan bahwa terjadi anomali nilai GCV yang dimulai dari *bandwidth* sebesar 0.9. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya (Komang dan Gusti, 2012) yang menjelaskan bahwa nilai *bandwidth* minimum akan menghasilkan bentuk kurva yang kasar. Pada penelitian ini *bandwidth* terdapat pada nilai *bandwidth* rendah yakni 0.9 dengan GCV minimum, hal ini disebabkan karena pola sebaran data yang digunakan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini data yang digunakan dalam jumlah besar dan pola sebaran data sangatlah teratur dengan jangkauan sempit sehingga nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* rendah yakni 0.9.

Tabel 3.5 Nilai GCV untuk Estimator Kernel Cosinus terhadap Butterfly Diagram LS

bandwidth (h)	GCV	bandwidth (h)	GCV
0.1	6.74×10^{-31}	5	3.3179
0.5	6.74×10^{-31}	5.5	3.5677
0.9	6.74×10^{-31}	6	3.7617
1	9.08×10^{-6}	6.5	3.9936
1.5	0.9799	7	4.1793
2	1.3765	7.5	4.3991
2.5	1.9114	8	4.5797
3	2.2159	8.5	4.7793
3.5	2.5741	9	4.9483
4	2.8133	9.5	5.1378
4.5	3.1049	10	5.3009

Tabel (3.5) merupakan tabel nilai GCV dengan *bandwidth* sebesar 0.1 hingga 10. Pada tabel (3.5) dapat dilihat nilai GCV cenderung semakin naik dengan pertambahan nilai *bandwidth*. Seperti halnya nilai GCV pada tabel (3.4), nilai

GCV yang sama terdapat pada *bandwidth* sebesar 0.1, 0.5 dan 0.9 dengan nilai GCV sebesar 6.74×10^{-31} . Sehingga GCV minimum terdapat pada nilai ketiga *bandwidth* tersebut yakni sebesar 0.1, 0.5, dan 0.9. *Bandwidth optimal* yang dipilih adalah sebesar 0.9, karena dengan penambahan *bandwidth* menjadi 1, nilai GCV berubah signifikan yakni $9,68 \times 10^{-6}$. Hal ini menyatakan bahwa terjadi anomali nilai GCV yang dimulai dari *bandwidth* sebesar 0,9. Seperti halnya pada nilai GCV data *butterfly diagram* LU, nilai GCV pada data *butterfly diagram* LS juga berbeda dengan penelitian sebelumnya (Komang dan Gusti, 2012) yang menjelaskan bahwa nilai *bandwidth* minimum akan menghasilkan bentuk kurva kasar. Pada penelitian ini *bandwidth* optimal terdapat pada nilai *bandwidth* rendah yakni 0.9 dengan GCV minimum sebesar 6.74×10^{-31} . Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini data yang diunakan dalam jumlah besar dan pola sebaran data sangatlah teratur dengan jangkauan sempit sehingga nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* rendah yakni 0.9.

3.2.3 Perbandingan Estimator Kernel Gaussian dan Estimator Kernel Cosinus

Kebaikan model estimator kernel cosinus dan Gaussian dilihat dari nilai MSE, RMSE, dan MAD yang dihasilkan dari pendekatan kedua fungsi kernel tersebut. Adapun nilai MSE, RMSE dan MAD dari kedua kernel dapat dilihat pada tabel (3.6) dan tabel (3.7).

Tabel 3.6 Perbandingan Nilai MSE, RMSE dan MAD untuk *Butterfly Diagram* LU

Fungsi Kernel	<i>Bandwidth</i> (h)	MSE	RMSE	MAD
Gaussian	0.1	3.67×10^{-31}	6.05×10^{-16}	1.57×10^{-16}
Cosinus	0.9	5.80×10^{-31}	7.61×10^{-16}	2.37×10^{-16}

Pada tabel tersebut dapat diketahui nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kernel Gaussian dan kernel cosinus dengan *bandwidth optimal*. *Bandwidth optimal* pada kernel Gaussian sebesar 0.1, sedangkan *bandwidth optimal* pada kernel cosinus sebesar 0.9. Dengan *bandwidth optimal* tersebut nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kernel Gaussian hampir mendekati nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kernel cosinus. Sehingga dapat dikatakan nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kedua fungsi kernel pada data *butterfly diagram* LU hampir sama.

Tabel 3.7 Perbandingan Nilai MSE, RMSE dan MAD untuk *Butterfly Diagram* LS

Fungsi Kernel	<i>Bandwidth</i> (h)	MSE	RMSE	MAD
Gaussian	0.1	4.40×10^{-31}	6.63×10^{-16}	1.76×10^{-16}
Cosinus	0.9	6.74×10^{-31}	8.21×10^{-16}	2.51×10^{-16}

Pada tabel (3.7) dapat diketahui nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kernel Gaussian dan kernel cosinus dengan *bandwidth* yang optimal. Adapun *bandwidth optimal* pada kernel Gaussian sebesar 0.1. Sedangkan *bandwidth optimal* pada kernel cosinus sebesar 0.9. Sama halnya dengan nilai MSE, RMSE dan MAD pada data *butterfly diagram* LU, dengan *bandwidth optimal* nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kernel Gaussian terhadap data *butterfly diagram* LS juga hampir mendekati nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kernel cosinus. Sehingga dapat dikatakan nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh kedua fungsi kernel pada data *butterfly diagram* LS hampir sama.

Berdasarkan tabel (3.6) dan (3.7) dapat disimpulkan bahwa nilai *bandwidth optimal* akan menghasilkan nilai MSE, RMSE dan MAD yang hampir sama pada kedua fungsi kernel. Grafik hasil estimasi dari kedua fungsi kernel dengan *bandwidth optimal* juga hampir sama dan sangat berimpit. Sehingga dengan

menggunakan fungsi kernel yang berbeda dengan *bandwidth optimal* pada kedua kernel akan menghasilkan kurva regresi yang hampir sama. Jika dilihat dari nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh fungsi kernel Gaussian dan cosinus, maka pendekatan estimator kernel cosinus tidak jauh berbeda dengan pendekatan estimator kernel Gaussian. Namun bila dilihat dari kenaikan nilai GCV pada tabel (3.2), (3.3), (3.4) dan (3.5), nilai GCV pada estimator kernel cosinus mengalami kenaikan nilai GCV yang lebih stabil dibandingkan dengan kenaikan nilai GCV pada estimator Gaussian. Sehingga dapat disimpulkan pendekatan estimator kernel cosinus terhadap data *butterfly diagram* LS dan LU lebih teliti dibandingkan pendekatan estimator kernel Gaussian.

3.3 Integrasi Al-Qur'an

Dalam regresi kernel hal yang terpenting adalah pemilihan *bandwidth* dan fungsi kernel. Pemilihan *bandwidth* dalam regresi kernel sangatlah penting untuk mendapatkan kurva yang sesuai, tidak terlalu mulus ataupun terlalu kasar. Pemilihan *Bandwidth optimal* didasarkan pada kriteria GCV. Hal tentang pemilihan *bandwidth optimal* juga telah dijelaskan dalam Al-Qur'an. Terdapat beberapa ayat yang sesuai dengan pemilihan *bandwidth optimal*, diantaranya adalah surat yang menjelaskan tentang larangan bagi manusia untuk bersifat bakhil dan berlebih-lebihan. Adapun beberapa ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang larangan israf ataupun bakhil sebagai berikut:

Al-Qur'an surah Al-Israa' ayat 29 menyebutkan:

وَلَا تَجْعَلْ يَدَكَ مَغْلُولَةً إِلَىٰ عُنُقِكَ وَلَا تَبْسُطْهَا كُلَّ الْبَسْطِ فَتَقْعُدَ مَلُومًا مَّحْسُورًا

Artinya: "Dan janganlah kamu jadikan tanganmu terbelenggu pada lehermu dan janganlah kamu terlalu mengulurkannya karena itu kamu menjadi tercela dan menyesal".

Al- Qur'an surah Ali Imran ayat 180 juga menyebutkan:

وَلَا تَحْسَبَنَّ الَّذِينَ يَبْخُلُونَ بِمَا آتَاهُمُ اللَّهُ مِنْ فَضْلِهِ هُوَ خَيْرًا لَهُمْ بَلْ هُوَ شَرٌّ لَهُمْ
سَيُطَوَّقُونَ مَا بَخِلُوا بِهِ يَوْمَ الْقِيَامَةِ وَلِلَّهِ مِيرَاثُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاللَّهُ بِمَا
تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Artinya: “Sekali-kali janganlah orang-orang yang bakhil dengan harta yang Allah berikan kepada mereka dari karunia-Nya menyangka, bahwa kebakhilan itu baik bagi mereka. Sebenarnya kebakhilan itu adalah buruk bagi mereka. Harta yang mereka bakhilkan akan dikalungkan kelak di lehernya pada hari kiamat. Dan kepunyaan Allah-lah segala warisan (yang ada) di langit dan di bumi. Dan Allah mengetahui apa yang kamu kerjakan”.

Sedangkan beberapa ayat yang melarang sifat berlebih-lebihan di antaranya:

Al-Qur'an surah Al-A'raaf ayat 31 menjelaskan:

يَبْنِي ۖ آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا
يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya:”Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) mesjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan”.

Al-Qur'an surah Al-A'raaf ayat 55 juga menyebutkan:

ادْعُوا رَبَّكُمْ تَضَرُّعًا وَخُفْيَةً إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُعْتَدِينَ

Artinya:”Berdoalah kepada Tuhanmu dengan berendah diri dan suara yang lembut. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas”.

Berdasarkan beberapa ayat di atas, telah dijelaskan bahwa Allah Swt. tidak menyukai orang-orang yang bakhil dan juga orang-orang yang terlalu berlebihan (israf). Sehingga dalam hal apapun Allah menganjurkan untuk selalu bersikap

secukupnya dalam mengeluarkan ataupun menyimpan harta benda. Hal ini berhubungan dengan pemilihan *bandwidth* pada penelitian ini, jika *bandwidth* yang dipilih terlalu kecil maka akan menghasilkan kurva yang *under smooth*. Sebaliknya jika *bandwidth* yang dipilih terlalu besar maka akan menghasilkan kurva yang *over smooth*. Sehingga digunakan kriteria GCV untuk mendapatkan *bandwidth* yang optimal.

Pada dasarnya Al-Qur'an telah menjelaskan apapun yang terjadi di masa lampau ataupun di masa yang akan datang, dan Al-Qur'an adalah sumber segala ilmu pengetahuan. Bahkan sebelum adanya ilmu pengetahuan, dalam Al-Qur'an telah dijelaskan tentang pemilihan *bandwidth optimal* ini.



BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab 3 dapat disimpulkan, pada data *butterfly diagram* LU diperoleh *bandwidth optimal* untuk estimator kernel Gaussian sebesar 0,1 dengan GCV minimum sebesar 3.67×10^{-31} . Sedangkan *bandwidth optimal* untuk estimator kernel cosinus sebesar 0.9 dengan GCV minimum sebesar 5.80×10^{-31} . Begitu pula dengan data *butterfly diagram* LS, nilai *bandwidth optimal* untuk estimator kernel Gaussian juga didapatkan sebesar 0.1 dengan nilai GCV minimum sebesar 4.40×10^{-31} . Sedangkan untuk estimator kernel cosinus *bandwidth optimal* terdapat pada nilai *bandwidth* sebesar 0.9 dengan nilai GCV minimum 6.74×10^{-31} . Hal ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *bandwidth* rendah akan menghasilkan kurva yang kasar. Perbedaan nilai GCV ini, disebabkan pada penelitian ini data yang digunakan dalam jumlah besar dan pola sebaran data sangatlah teratur dengan jangkauan sempit. Sehingga nilai GCV minimum terdapat pada nilai *bandwidth* yang rendah pada kedua fungsi kernel.

Adapun nilai MSE, RMSE dan MAD yang dihasilkan oleh fungsi kernel Gaussian dan kernel cosinus adalah relatif sama mendekati nol. Sehingga dengan menggunakan fungsi kernel yang berbeda dengan *bandwidth optimal* pada kedua fungsi kernel akan menghasilkan kurva regresi yang hampir sama. Namun jika dilihat dari kenaikan nilai GCV, maka pendekatan estimator kernel cosinus

mengalami kenaikan nilai GCV yang lebih stabil daripada pendekatan estimator kernel Gaussian. Sehingga dapat disimpulkan pendekatan estimator kernel cosinus pada butterfly diagram LU dan LS lebih teliti daripada pendekatan estimator kernel Gaussian.

Secara fisis, pendekatan kurva regresi nonparametrik khususnya estimasi kernel Gaussian dan cosinus dapat mengikuti perubahan posisi grup *sunspot* dari awal siklus hingga akhir siklus aktivitas matahari ke-23. Tampak lintasan kurva dari kedua estimator di atas mendukung pernyataan bahwa sebaran grup *sunspot* di lintang utara dan selatan dari awal hingga akhir siklus bergerak mendekati ekuator, tampak seperti kupu-kupu.

4.2 Saran

Berdasarkan analisis data dan pembahasan, saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya sebagai berikut.

1. Menggunakan fungsi kernel yang berbeda dari penelitian ini, misalkan kernel Triangle, Triweight, Epanechnikov atau kernel Tritube dll.
2. Menggunakan data yang berbeda misalkan data dalam jumlah kecil dan data dalam besar serta membandingkan hasilnya.
3. Menggunakan pendekatan model regresi nonparametrik lain untuk mendekati pola sebaran data pada *butterfly diagram* misalnya regresi spline, deret fourier, wavelet atau yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir (Jilid 1)*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Abdullah. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir (Jilid 2)*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Abdullah. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir (Jilid 5)*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Abdusysyakir. 2006. *Ada Matematika dalam Al-Qur'an*. Malang: UIN-Malang Press.
- Al-Jazairi, S.. 2007. *Tafsir AL-Qur'an Al-Aisar Surat: Ali Imraan-Al-An'aam (Jilid 2)*. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Al-Jazairi, S.. 2007. *Tafsir AL-Qur'an Al-Aisar Surat: Al-A'raaf-Yusuf (Jilid 3)*. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- As-Sa'adi, S.. 2006. *Tafsir As-Sa'di (Jilid 1)*. Jakarta: Darul Haq
- Baiquni, A.. 1995. *Al-Qur'an, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Jakarta: Dana Bhakti Wakaf.
- Bray, R.J dan Loughhead, R.E.. 1964. *Sunspot*. New York: Dorer Publication, Inc.
- Clara, Y.Y.. 2010. Laporan Modul Diseminasi Interaksi Matahari-Bumi untuk Kalangan Guru Sekolah Menengah Atas. *Modul LAPAN Bandung*.
- Eubank, R.. 1998. *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Hadijati, M. dan Budiantara, I.N.. 2012. Estimasi Kernel dalam Regresi Nonparametrik dengan Error Berkorelasi. *Prosiding Seminar Nasional Statistika VII Jurusan Statistika ITS Surabaya*.
- Halim, S. dan Bisono, I.. 2006. Fungsi-Fungsi Kernel pada Metode Regresi Nonparametrik dan Aplikasinya pada *Priest River Experimental Forest's Data*. *Jurnal Teknik Indutri*. Volume 8 Nomor 1. Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Hardle, W.. 1990. *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kartika, S.R.. 2000. *Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Kernel*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Statistika, FMIPA ITS. Surabaya.

- Kaufman, W.J.. 1978. *Exploration of The Solar System*. New York: Macmillan Publishing Co.
- Komang, G. dan Gusti, A.. 2012. Estimator Kernel dalam Model Regresi Nonparametrik. *Jurnal Matematika* Volume 2 Nomor 1. Universitas Udayana. Bali.
- Kurniasih, D.. 2013. *Efisiensi Relatif Estimator Fungsi Kernel Gaussian terhadap Estimator Polinomial dalam Peramalan USD terhadap JPY*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Michael H., Gene H., dan Grace W.. 1979. Generalized Cross-Validation as a Method for Choosing a Good Ridge Parameter. *Technometrics Jurnal*. Volume 21 Nomor 2. Departement of Statistics, University of Wisconsin Madison.
- Musholawati. 2002. *Selang Kepercayaan Kurva Regresi Penghalus Kernel (Studi Kasus Pertumbuhan Anak)*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Statistika, FMIPA ITS. Surabaya.
- Setiahadi, B.. 2001. Mengenal Matahari Lebih Dekat. *Jurnal LAPAN Watukosek*.
- Sudarno. 2011. Pemulusan Sebaran Data Menggunakan Penaksir Kernel Nadaraya-Watson dan Linier Lokal untuk Kernel Normal. *Prosiding Seminar Nasional Statistika*. Program Studi FMIPA, Universitas Diponegoro.
- Suparti dan Sudargo. 2006. Estimasi Densitas Mulus dengan Metode Kernel. Volume 20 Nomor 1. *Jurnal Matematika*. Jurusan Matematika, Undip.
- Widodo, N.. 2013. Perbandingan Model Linier Versus Analisis Vektor pada Gerak Grup Sunspot di Lintang Selatan dari Siklus Matahari Ke-23. *Jurnal LAPAN Watukosek*.
- Ali, A.Y.. 2009. Tafsir Yusuf Ali. *Teks Terjemahan dan Tafsir Qur'an 30 Juz (Jilid 1)*. Bogor: Pustaka Litera Antar Nusa.
- Ali, A.Y.. 2009. Tafsir Yusuf Ali. *Teks Terjemahan dan Tafsir Qur'an 30 (Juz Jilid 2)*. Bogor: Pustaka Litera Antar Nusa.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Posisi Sunspot pada Lintang Utara dan Lintang Selatan Siklus Aktifitas

Matahari ke-23 (Oktober 1996-Desember 2007)

Hari Ke-	Sunspot di LU	Sunspot di LS	Hari Ke-	Sunspot di LU	Sunspot di LS	Hari Ke-	Sunspot di LU	Sunspot di LS
1			1371	17.92	-16.15	2741	12.00	-11.33
2			1372	17.80	-16.40	2742	14.00	-10.57
3			1373	16.13	-16.24	2743	10.85	-11.77
4			1374	13.54	-17.05	2744	11.05	-13.85
5			1375	13.97	-17.95	2745		-14.88
6			1376	14.30	-19.50	2746		
7			1377	15.83	-18.85	2747		-12.70
8			1378	17.00	-19.43	2748		-17.10
9			1379	14.93	-19.94	2749		-17.50
10			1380	15.48	-18.27	2750		-16.77
11			1381	15.86	-19.80	2751		-14.85
12			1382	18.03	-16.69	2752		-12.13
13			1383	19.21	-18.70	2753	13.00	-16.00
14			1384	14.93	-13.43	2754	13.90	-14.70
15			1385	13.70	-14.35	2755	13.00	-11.20
16			1386	15.13	-17.40	2756	14.00	-12.08
17			1387	12.93	-15.51	2757	10.00	-12.18
18			1388	12.69	-16.63	2758	13.50	-11.05
19			1389	13.31	-16.80	2759		-9.50
20			1390	13.89	-15.59	2760		-9.50
21	13.70		1391	12.11	-16.50	2761		-7.73
22			1392	12.13	-17.14	2762	14.50	-10.33
23			1393	13.88	-16.48	2763	14.50	-8.00
24			1394	10.83	-17.00	2764	14.00	-8.50
25			1395	10.00	-19.67	2765	14.00	-8.00
26			1396	10.94	-19.19	2766	1.00	-8.20
27			1397	11.10	-14.42	2767	15.10	-7.00
28			1398	11.92	-15.33	2768	15.50	-11.25
29			1399	9.67	-17.09	2769	15.00	-13.67
30			1400	13.33	-20.38	2770	15.70	-13.10
31			1401	12.03	-22.22	2771		-12.50
32			1402	11.77	-20.30	2772		-14.00
33			1403	12.60	-18.25	2773		-12.83

34			1404	16.18	-15.38	2774		-14.70
35			1405	15.33	-18.17	2775		-15.75
36			1406	16.38	-18.38	2776		-11.47
37			1407	17.17	-16.56	2777		-10.50
38			1408	15.28	-17.20	2778		-10.65
39			1409	14.97	-18.60	2779		-5.75
40			1410	15.29	-21.79	2780		-7.25
41			1411	13.35	-22.48	2781		-7.95
42			1412	14.64	-16.70	2782	5.00	-5.67
43	0.50		1413	16.72	-14.83	2783	9.00	-8.33
44	1.00		1414	14.96	-18.57	2784	12.50	-7.50
45		-0.60	1415	15.89	-17.38	2785	12.95	-7.07
46	15.40		1416	17.00	-16.70	2786	13.10	-7.90
47	29.80	-0.50	1417	18.00	-18.70	2787	13.10	-7.78
48			1418	12.10	-18.43	2788	13.20	-7.68
49	7.80	-0.50	1419	15.81	-18.83	2789	15.00	-8.33
50	7.00		1420	17.50	-15.27	2790	16.00	-9.65
51	7.20		1421	17.50	-15.50	2791	17.00	-9.05
52			1422	11.53	-15.67	2792	16.40	-9.60
53		-3.50	1423	11.50	-16.88	2793	16.00	-11.50
54	4.00	-4.50	1424	18.80	-19.83	2794	17.00	-8.85
55	3.50	-5.00	1425	16.03	-19.30	2795	16.80	-11.00
56	4.00	-4.00	1426	16.20	-19.13	2796	17.10	-10.00
57	4.80	-9.20	1427	13.50	-15.56	2797		-11.38
58	3.50	-9.25	1428	13.10	-20.60	2798		-12.95
59		-6.00	1429	11.93	-20.60	2799		-12.33
60		-4.00	1430	11.86	-20.00	2800		-13.67
61		-4.50	1431	12.50	-20.13	2801	7.50	-11.67
62		-40.00	1432	10.93	-20.00	2802		-11.40
63			1433	10.93	-18.80	2803		-11.93
64			1434	11.58	-19.17	2804	5.00	-10.17
65			1435	10.75	-17.75	2805	4.00	-12.00
66			1436	13.60	-13.25	2806	12.00	-8.50
67			1437	19.33	-18.25	2807	12.00	-8.75
68			1438	17.00	-23.25	2808		-9.00
69			1439	19.20	-17.50	2809		-9.53
70		-29.10	1440	30.00	-17.50	2810		-10.95
71		-29.00	1441	17.50	-18.50	2811		-11.00
72		-17.50	1442	19.00	-25.00	2812		-10.50
73			1443	17.75	-23.67	2813	11.60	-11.00
74			1444	12.50	-24.13	2814	12.50	-9.58

75	4.00	-29.50	1445	8.40	-23.13	2815	12.50	-10.12
76	4.20	-29.50	1446	9.00	-18.33	2816	12.00	-11.13
77	5.00		1447	9.40	-14.30	2817	7.80	-10.70
78	5.00		1448	9.68	-14.50	2818	11.50	-10.43
79	5.50	-29.00	1449	10.93	-12.90	2819	8.50	-14.50
80	5.00		1450	10.50	-13.00	2820	10.50	-12.50
81	4.80		1451	13.33	-12.30	2821	11.00	-12.96
82	5.30		1452	12.25	-9.75	2822	8.50	-13.23
83	5.00		1453	12.50	-10.53	2823	9.75	-11.50
84	5.00		1454	12.93	-10.90	2824	9.50	-11.75
85			1455	12.80	-10.95	2825	6.50	-14.50
86			1456	14.55	-11.38	2826	7.50	-10.85
87			1457	15.72	-15.07	2827	8.10	-9.00
88			1458	15.10	-14.47	2828	8.35	-7.50
89			1459	18.00	-13.33	2829	8.00	-7.00
90			1460	16.63	-13.80	2830	8.50	-9.00
91			1461	24.43	-18.24	2831	7.30	-8.80
92			1462	24.43	-17.58	2832	9.00	-8.50
93			1463	18.63	-16.93	2833	7.50	-8.50
94			1464	18.85	-17.45	2834	7.60	
95			1465	13.73	-17.83	2835	7.50	-8.00
96			1466	10.57	-18.25	2836	7.50	-8.00
97			1467	8.15	-18.13	2837		-7.50
98		-4.00	1468	12.07	-16.50	2838	10.20	-7.75
99		-3.80	1469	11.67	-18.13	2839	10.20	-8.35
100			1470	2.00	-22.70	2840	11.30	-10.57
101			1471	11.00	-17.13	2841	11.30	-8.05
102	37.50		1472	9.75	-16.50	2842	12.97	-8.53
103	37.00		1473	6.23	-16.30	2843	13.23	-8.67
104			1474	4.00	-17.63	2844	12.23	-10.38
105			1475	5.10	-13.07	2845	13.00	-10.38
106			1476	8.00	-17.42	2846	8.75	-12.72
107		-6.50	1477	10.50	-19.20	2847	9.75	-11.33
108			1478	13.03	-17.25	2848	12.53	-11.75
109			1479	12.23	-19.77	2849	10.15	-11.30
110			1480	11.55	-23.35	2850	9.75	-11.25
111			1481	17.20	-10.50	2851	9.25	-11.75
112			1482	12.53	-29.90	2852	7.50	-11.75
113			1483	15.87	-33.25	2853	10.75	-11.65
114			1484	15.07	-19.83	2854	8.50	-12.00
115			1485	15.33	-19.33	2855	8.00	-11.50

116		-9.80	1486	17.38	-17.64	2856	7.50	-11.50
117			1487	21.23	-17.60	2857	8.00	-11.00
118			1488	12.00	-20.75	2858	6.20	
119			1489	11.75	-18.13	2859	7.50	-8.00
120			1490	10.17	-17.94	2860	6.50	-9.80
121	2.50		1491	11.00	-18.70	2861	6.50	-10.00
122	2.00		1492	11.03	-13.83	2862	7.00	-10.50
123	3.00		1493	9.00	-22.00	2863	7.50	-9.20
124	4.00		1494	9.63	-21.25	2864	7.50	-9.30
125	4.00	-21.50	1495	8.52	-19.83	2865		-9.50
126	4.00	-21.00	1496	9.65	-17.62	2866		-9.00
127	2.00	-21.50	1497	9.80	-18.30	2867	10.50	-11.00
128			1498	13.50	-16.65	2868		-9.38
129			1499	13.33	-13.90	2869	10.00	-10.60
130			1500	13.00	-15.25	2870	13.35	-10.33
131			1501	14.20	-12.93	2871	12.75	-10.30
132			1502	10.87	-14.98	2872	13.00	-10.50
133			1503			2873	9.50	-10.50
134			1504	5.00	-13.30	2874	7.50	-10.70
135			1505	18.70	-15.70	2875	8.25	-9.90
136			1506	17.50	-15.75	2876	10.35	-11.30
137			1507	16.04	-18.83	2877	9.50	-10.50
138			1508	14.71	-17.25	2878	5.70	-14.80
139			1509	13.14	-16.75	2879	10.60	
140	7.50		1510	14.26	-23.00	2880	8.25	
141			1511	14.47	-23.00	2881	9.23	-11.30
142			1512	14.53	-23.50	2882	9.67	-10.00
143			1513	14.06	-20.50	2883	7.75	-10.50
144			1514	15.75	-22.00	2884	7.50	-10.00
145			1515	15.13	-22.00	2885	6.75	-9.80
146	25.00		1516	15.13	-22.00	2886	8.00	-9.80
147			1517	13.30	-19.70	2887	9.00	-9.40
148			1518	14.40	-19.90	2888	9.00	-10.00
149			1519	16.80	-15.50	2889	6.80	-9.20
150			1520	13.52	-14.10	2890	7.30	-10.00
151			1521	12.45	-14.67	2891	6.00	
152			1522	10.40	-12.20	2892		
153			1523	9.93	-14.93	2893	15.20	-10.75
154			1524	8.03	-11.73	2894		-11.60
155			1525	11.42	-10.25	2895		-10.85
156			1526	11.36	-15.50	2896		-6.97

157	6.00		1527	13.18	-14.50	2897		-8.83
158	5.70		1528	14.25	-8.00	2898		-8.97
159	7.50		1529	11.75	-9.27	2899		-9.60
160	6.30		1530	13.17	-4.90	2900		-8.45
161	6.00		1531	10.75	-22.20	2901	3.50	-8.03
162	5.50		1532	12.88	-18.90	2902	3.50	-8.57
163	6.00		1533	13.50	-16.50	2903	6.00	-8.50
164	6.80		1534	14.30	-24.50	2904	5.75	-8.25
165	6.80	-5.00	1535			2905	3.40	
166	6.30	-5.30	1536			2906	3.80	
167		-5.00	1537	15.67	-20.83	2907	4.20	-12.50
168		-4.80	1538	14.06	-18.75	2908	4.80	-13.00
169		-4.50	1539	13.63	-17.25	2909	4.30	-13.50
170		-23.80	1540	11.43	-18.25	2910	3.95	-13.00
171			1541	11.60	-17.97	2911	4.70	-11.45
172			1542	11.50	-18.83	2912	4.50	-12.50
173			1543	8.72	-18.80	2913		-12.00
174			1544	9.95	-13.80	2914		-13.00
175			1545	13.13	-12.75	2915		-13.00
176			1546	15.75	-14.50	2916		-13.00
177			1547	10.67	-14.67	2917		-11.10
178			1548	11.27	-12.00	2918		-11.70
179		-23.50	1549	16.38	-9.45	2919		-8.60
180		-23.50	1550	16.05	-9.50	2920		-8.00
181		-23.50	1551	16.56	-10.50	2921	9.67	-9.67
182		-23.50	1552	20.20	-10.67	2922		-10.70
183		-23.40	1553	24.45	-9.93	2923		-10.75
184			1554	19.83	-11.50	2924		-10.50
185			1555	17.38	-11.63	2925	12.40	-10.40
186			1556	15.73	-11.00	2926		-10.00
187		-25.25	1557	15.86	-12.33	2927		-10.15
188		-18.20	1558	16.56	-10.94	2928		-10.00
189		-17.10	1559	15.15	-10.17	2929	16.00	
190		-26.50	1560	13.83	-9.60	2930	16.20	
191	22.50		1561	17.04	-10.50	2931		
192			1562	14.26	-12.30	2932		
193	22.00		1563			2933	10.50	
194	23.00	-29.00	1564			2934	11.00	-13.50
195			1565			2935	10.90	-13.70
196		-27.55	1566			2936		-14.00
197		-26.35	1567	11.40		2937		-13.70

198		-22.50	1568	11.20		2938		-9.97
199		-22.70	1569	9.50	-5.00	2939		-10.84
200	19.00	-25.00	1570	9.38		2940		-9.00
201			1571	8.67	-6.50	2941	10.00	-11.08
202			1572	15.17	-13.58	2942	8.20	-8.63
203			1573	9.13	-12.47	2943	10.75	-8.53
204			1574	5.90	-11.85	2944	11.43	-6.87
205			1575	2.70	-17.97	2945	12.10	-3.33
206	17.20		1576	5.23	-16.67	2946	11.87	-4.40
207			1577	6.60	-16.75	2947	13.75	-7.83
208	18.00	-18.70	1578	9.50	-15.70	2948	13.43	-7.88
209		-18.50	1579	18.65	-11.50	2949	11.77	-9.48
210		-18.00	1580	12.63	-12.63	2950	11.13	-11.33
211			1581	12.43	-12.07	2951	11.63	-12.68
212			1582			2952	12.25	-10.33
213			1583	14.04	-7.83	2953	11.83	-10.83
214			1584	15.25	-8.35	2954	10.60	-10.70
215			1585			2955	10.25	-15.45
216			1586	13.86	-10.20	2956	10.50	-14.25
217	20.00		1587			2957	7.00	-15.25
218	18.70	-31.30	1588	16.20	-16.00	2958	7.50	-16.25
219	19.80		1589	14.00	-19.00	2959	5.30	-14.10
220	19.40		1590			2960	7.50	-12.55
221	19.80		1591			2961	8.00	-17.70
222	20.75		1592	14.64	-16.75	2962	8.50	-11.25
223	19.50		1593			2963	8.00	-15.25
224	18.50		1594			2964	8.50	-14.90
225	19.00		1595	14.50	-14.65	2965		-14.70
226	19.50		1596	14.65	-20.47	2966		-13.80
227	37.00		1597	15.45	-19.63	2967	6.50	-10.17
228	16.33		1598	15.48	-19.80	2968	6.50	-11.83
229	3.85		1599	15.60	-16.15	2969	7.00	-13.83
230	15.75	-12.40	1600	15.35	-17.83	2970	6.20	-12.70
231	15.65	-35.00	1601			2971	14.35	-11.00
232	15.50	-35.00	1602	21.67	-16.25	2972	13.00	-12.67
233	7.43	-34.10	1603	22.25	-17.30	2973	11.00	-16.00
234	1.50	-29.33	1604	14.50	-15.34	2974	10.50	-16.20
235	2.75	-30.25	1605	14.80	-15.73	2975	12.25	-8.50
236	5.80	-30.45	1606	12.77	-14.47	2976		
237	11.37	-27.00	1607	9.00	-12.90	2977	12.00	-11.32
238	0.50	-27.40	1608	11.90	-14.53	2978	13.70	-10.50

239	25.80		1609	12.00	-13.68	2979	11.25	-11.25
240	24.90	-27.80	1610	11.50	-17.88	2980	10.00	-10.85
241	24.80		1611	11.00	-10.60	2981	9.60	-10.90
242	24.40	-29.90	1612	10.80	-9.45	2982	9.20	-11.50
243	25.00	-30.50	1613	10.25	-15.17	2983		
244	24.50	-28.00	1614	13.20	-16.75	2984		
245		-28.00	1615	12.43	-17.85	2985		
246		-29.00	1616	15.22	-14.00	2986	9.00	-10.60
247		-29.00	1617	16.68	-18.65	2987	9.50	-10.75
248		-28.60	1618			2988	9.00	-11.75
249		-28.40	1619	17.67		2989	8.20	
250	26.70	-28.60	1620	16.50	-19.17	2990	8.70	
251	26.50	-28.00	1621	18.50	-18.88	2991	8.50	-7.00
252	27.00		1622	17.67	-21.27	2992		
253	27.50		1623	16.55	-18.17	2993	11.00	
254	25.50		1624	20.00	-19.50	2994	11.30	
255	22.40		1625	18.75	-12.83	2995	11.00	
256	22.25		1626	8.00	-12.63	2996	11.50	
257	22.35		1627	9.00	-10.37	2997	11.50	
258	22.25		1628	10.00	-15.50	2998		
259	22.75		1629	10.00	-8.80	2999		-6.40
260	17.30		1630	15.00	-8.30	3000		-9.47
261		-27.10	1631	10.17	-11.00	3001		-12.17
262		-26.40	1632	11.20	-8.27	3002		-9.90
263		-27.00	1633	13.30	-9.75	3003		-9.50
264		-24.00	1634	13.60	-13.33	3004		-7.25
265	14.00		1635			3005		-6.75
266	11.80		1636	15.32	-13.33	3006		-6.50
267	15.10		1637	13.63	-14.21	3007		-10.50
268	16.50		1638	10.94	-12.78	3008		-11.00
269	17.00		1639	15.67	-9.71	3009		-10.50
270	17.00		1640	13.69	-12.75	3010		
271	17.00		1641	14.04	-13.56	3011		
272			1642			3012	5.10	
273			1643	15.84	-9.74	3013	5.00	-14.00
274			1644	15.80	-12.83	3014		-10.00
275			1645	16.79	-13.31	3015		-10.25
276		-30.50	1646	17.84	-13.77	3016		-11.60
277		-30.20	1647	17.50	-14.00	3017		-11.50
278			1648	19.34	-15.43	3018		-16.35
279		-30.50	1649	22.80	-17.79	3019		-11.50

280	0.30	-23.75	1650	20.47	-14.25	3020	11.65	-12.00
281	3.50		1651	17.80	-14.17	3021		-13.30
282	4.00	-32.00	1652	19.60	-16.03	3022		-13.55
283			1653	25.00	-13.57	3023	13.80	-10.70
284			1654	23.80	-11.34	3024		-10.38
285			1655			3025	9.45	-9.86
286			1656	16.20	-11.51	3026	12.00	-9.90
287			1657	16.70	-12.50	3027	11.50	-10.53
288			1658	13.17	-14.58	3028		-7.50
289			1659			3029		-7.20
290	22.00		1660	7.50	-10.50	3030		-8.27
291			1661	11.80		3031	12.00	-7.83
292			1662	11.88	-17.50	3032		-7.30
293			1663	12.70	-17.85	3033		-9.00
294			1664	10.28	-13.67	3034	13.00	-8.80
295	23.75		1665	10.13	-13.90	3035	13.00	-8.60
296	23.25		1666	10.18	-14.23	3036	12.00	-9.50
297	21.80		1667	10.18	-15.45	3037		-10.00
298	22.53		1668	13.20	-14.90	3038	2.00	-6.75
299	22.23		1669	15.43	-14.40	3039		-8.05
300	22.75		1670	12.90	-15.63	3040		
301			1671	15.96	-8.83	3041		
302			1672	15.70	-8.47	3042		
303			1673	18.50	-11.07	3043		
304			1674	17.77	-9.67	3044		
305			1675	15.50	-9.25	3045		-10.00
306	5.50	-22.00	1676	17.00	-16.00	3046		-10.25
307		-26.60	1677	15.13	-14.75	3047		-11.60
308		-20.70	1678	16.86	-14.63	3048		-11.50
309		-19.50	1679	18.93	-13.00	3049		-16.35
310		-19.40	1680	17.83	-12.58	3050		-11.50
311	20.50	-19.15	1681	20.25	-14.00	3051	11.65	-12.00
312	23.00	-19.50	1682	20.07	-13.50	3052		-13.30
313	26.30	-20.00	1683	16.35	-15.95	3053		-13.55
314	23.80	-20.30	1684	12.33	-16.25	3054	13.80	-10.70
315	21.07	-20.50	1685	12.50	-19.57	3055		-10.38
316	21.33	-20.50	1686	8.75	-19.95	3056	12.30	-9.86
317	21.10	-19.80	1687	8.75	-17.06	3057	12.00	-9.90
318	17.73	-26.75	1688	12.63	-17.50	3058	11.50	-10.53
319	21.23		1689	11.07	-17.00	3059		-7.50
320	19.25	-4.00	1690	14.50	-15.00	3060		-7.20

321	19.80		1691	16.06	-20.17	3061		-8.27
322	14.20		1692	13.30	-19.13	3062	12.00	-7.83
323	13.00		1693	13.68	-7.75	3063		-7.30
324	14.00		1694	11.90	-10.00	3064		-9.00
325	13.00		1695	11.50	-8.36	3065	13.00	-8.80
326			1696	12.50	-8.83	3066	13.00	-8.60
327			1697	14.22	-8.23	3067	12.00	-9.50
328			1698	13.25	-7.67	3068		-10.00
329	29.00	-22.00	1699	14.30	-13.40	3069	2.00	-6.75
330	29.50		1700	12.82	-11.00	3070		-8.05
331	27.00		1701	13.56	-12.60	3071		
332	27.50		1702	13.33	-7.00	3072		
333	23.00		1703	14.60	-11.25	3073		
334	25.53		1704	14.13	-19.40	3074		-7.80
335	25.38		1705	19.67	-16.66	3075		-8.20
336	31.17		1706	22.67	-14.93	3076	12.50	
337	24.68		1707	21.37	-16.93	3077	12.80	
338	30.00	-28.10	1708	17.50	-16.90	3078	13.00	
339	24.20	-29.00	1709	19.67	-12.50	3079	12.50	-5.50
340	20.25	-28.60	1710	19.14	-10.83	3080	12.20	-6.80
341	20.50	-24.65	1711	15.19	-11.23	3081	12.50	-5.70
342	20.60	-26.50	1712	14.63	-18.08	3082	11.80	-6.65
343	21.25	-26.60	1713	14.99	-14.60	3083	10.50	-7.15
344	20.50	-26.15	1714	15.22	-10.10	3084	10.20	-7.00
345	22.00	-26.50	1715	15.94	-12.92	3085	9.90	-8.00
346	21.10	-27.35	1716	15.16	-15.58	3086	10.00	-6.25
347	23.00	-26.50	1717	15.26	-18.77	3087	9.50	-6.75
348	23.50	-26.25	1718	15.58	-19.25	3088		-6.50
349	24.00	-26.20	1719	15.36	-17.25	3089		-7.25
350	23.85	-26.00	1720	14.98	-20.50	3090		-7.50
351	25.50	-24.20	1721	15.63	-18.70	3091		-6.50
352	27.20	-24.80	1722	15.58	-16.17	3092		-10.50
353	28.50		1723	15.45	-12.00	3093		-11.10
354	25.50		1724	14.48	-9.97	3094		
355	27.00		1725	14.79	-13.83	3095	12.50	-13.50
356	26.80	-25.50	1726	12.40	-13.50	3096	12.90	-12.00
357			1727	13.23	-13.07	3097	11.20	-10.05
358		-25.20	1728	13.26	-13.67	3098	6.55	-10.60
359		-24.83	1729	13.20	-14.10	3099	10.50	-11.50
360		-25.50	1730	15.10	-25.33	3100		
361		-25.50	1731	14.25	-19.10	3101		

362		-30.00	1732	14.58	-12.10	3102		
363	23.50	-29.50	1733	14.33	-27.38	3103	8.00	
364		-7.80	1734	14.35	-27.38	3104	9.00	
365		-28.25	1735	14.58	-19.25	3105	8.70	-6.00
366	21.50	-27.50	1736	11.90	-19.63	3106	9.80	-6.00
367	21.50	-27.00	1737	11.20	-25.27	3107	9.00	-6.75
368	22.00	-27.20	1738	9.88	-16.70	3108	9.00	-6.65
369	22.50	-27.00	1739	9.33	-12.58	3109	9.60	-6.37
370	22.50	-26.50	1740	5.10	-14.83	3110		-6.67
371	24.00	-26.80	1741	5.40	-14.47	3111		
372	23.50	-27.00	1742	6.25	-14.67	3112		-24.00
373	25.50		1743	5.50	-11.17	3113		-7.20
374	25.80		1744	9.00	-11.30	3114		-7.30
375	24.90		1745	9.38	-10.38	3115		-6.40
376	25.05		1746			3116	5.25	-7.80
377	26.75		1747	12.18	-12.50	3117	5.25	-7.50
378	25.75		1748	9.62	-13.63	3118		-6.47
379	21.00		1749	11.00	-14.33	3119	1.00	-8.25
380	18.93		1750	10.11	-15.40	3120	1.00	-8.00
381	16.23		1751	11.64	-14.67	3121	0.50	-10.00
382	29.90		1752	11.78	-14.52	3122	0.60	-10.00
383	14.10		1753			3123	0.50	-12.20
384	13.75		1754	12.40	-20.35	3124	2.00	-11.00
385	13.60		1755	13.60	-13.83	3125	1.50	-12.00
386	18.45		1756	14.01	-19.00	3126	2.00	-11.50
387		-12.50	1757	13.42	-18.00	3127		
388			1758	15.00	-22.00	3128		-9.75
389			1759	15.50	-15.38	3129		-7.80
390			1760	10.38	-18.50	3130	7.50	-7.00
391	19.00	-23.00	1761	14.50	-21.50	3131		-7.50
392	19.00	-20.27	1762	17.60	-21.30	3132		-8.30
393	18.60	-20.20	1763	8.40	-18.83	3133		-7.35
394	18.80	-42.50	1764	5.00	-16.10	3134		-7.75
395	19.20	-19.70	1765	8.03	-16.00	3135		-6.65
396	18.00	-19.00	1766	12.27	-10.93	3136		-7.50
397	23.15	-19.20	1767	14.38	-16.25	3137		-7.50
398	21.20	-19.40	1768	14.35	-14.83	3138		-7.75
399		-20.10	1769	11.28	-17.00	3139		-8.50
400	20.50	-19.50	1770	14.93	-15.30	3140		-8.50
401	21.50	-19.70	1771	12.50	-14.30	3141	12.00	-8.75
402	21.50	-19.50	1772	12.25	-13.58	3142	7.25	-8.75

403	24.75	-20.50	1773	13.60	-11.50	3143	7.50	-8.50
404	24.00		1774	12.58	-11.67	3144	7.25	-10.63
405	24.45		1775	14.88	-11.46	3145	11.40	-12.33
406	23.40		1776	14.92	-10.20	3146	11.50	-12.87
407	24.25		1777	12.28	-10.30	3147	8.50	-13.80
408	28.00		1778	13.33	-12.02	3148	12.00	-14.50
409	23.50	-25.00	1779	10.44	-14.43	3149	11.00	-14.00
410	18.80	-24.10	1780	13.45	-16.88	3150	10.50	-16.00
411	18.50	-23.00	1781	16.07	-14.51	3151	11.40	-13.70
412	17.70	-18.50	1782	18.57	-16.44	3152	11.80	
413	18.80	-14.60	1783	19.30	-19.38	3153	9.85	
414	18.70	-18.90	1784	15.48	-15.68	3154	8.00	
415	18.50	-19.00	1785	18.12	-17.80	3155	10.15	-7.50
416	18.00	-18.00	1786	17.07	-17.00	3156	12.50	-7.50
417	18.60	-17.50	1787	18.02	-18.03	3157		-7.00
418	21.10	-18.65	1788	20.33	-18.10	3158	12.00	-8.00
419	21.35	-17.50	1789	21.47	-22.47	3159	17.20	-9.00
420	20.75	-17.50	1790	21.63	-19.40	3160		-7.50
421	19.67		1791	18.88	-18.00	3161		-8.33
422	19.70		1792	15.04	-18.58	3162		-8.75
423	20.00		1793	16.13	-21.73	3163	10.50	-9.60
424	19.65		1794	15.75	-21.73	3164	16.25	-10.00
425	19.85		1795	15.00	-21.83	3165	17.50	-12.50
426	25.00		1796	15.67	-20.30	3166	14.00	-13.00
427	20.50		1797	15.73	-13.75	3167		-14.23
428	17.20		1798	16.40	-13.89	3168	3.50	-16.25
429	20.00	-29.00	1799	15.90	-15.43	3169	11.20	-15.05
430	26.15		1800	14.85	-17.07	3170	6.50	-13.10
431	25.50		1801	16.50	-16.81	3171	6.40	-13.27
432	21.45		1802	17.38	-16.81	3172	4.25	-11.00
433	23.63	-39.00	1803	14.66	-17.88	3173	8.50	-13.00
434			1804	15.45	-19.00	3174	6.00	-13.00
435	26.17	-30.00	1805	13.00	-19.10	3175	6.35	-12.63
436	26.80	-29.50	1806	13.67	-20.50	3176	9.50	-11.50
437			1807	15.75	-18.93	3177	9.30	-6.10
438	28.00	-31.00	1808	14.95	-18.69	3178	10.00	-6.40
439	28.00	-39.50	1809	14.20	-18.33	3179	9.50	-12.25
440	25.93	-39.60	1810	13.83	-19.35	3180	11.50	-5.50
441	28.35	-40.00	1811	13.00	-20.14	3181	6.50	-9.93
442	26.75	-39.50	1812	13.24	-19.13	3182		-12.00
443	17.80		1813	13.54	-21.35	3183		-12.70

444	8.50		1814	12.87	-20.20	3184		-11.75
445	17.50		1815	12.33	-20.33	3185		-12.75
446	16.50	-21.90	1816	13.09	-16.20	3186		
447	17.00	-22.80	1817	11.61	-16.43	3187		
448	16.50	-19.50	1818	10.98	-16.47	3188		-8.00
449	20.00	-21.50	1819	12.17	-16.67	3189		
450	21.00	-21.50	1820	12.76	-16.93	3190		
451	20.00	-20.75	1821	11.96	-18.00	3191		
452	19.70	-22.00	1822	11.00	-16.67	3192	14.00	
453	20.20	-22.00	1823	10.62	-17.00	3193	14.10	
454	23.75	-21.40	1824	12.82	-15.85	3194	13.80	-11.65
455	19.90	-25.10	1825	11.86	-17.70	3195	13.55	-12.97
456	10.00	-24.90	1826	12.00	-14.32	3196	12.67	-11.63
457	20.00	-25.55	1827	12.21	-16.20	3197	12.50	-10.70
458	20.00	-25.70	1828	12.25	-12.24	3198	13.17	-10.78
459	19.70	-28.50	1829	9.87	-15.27	3199	12.13	-13.58
460	20.00	-29.20	1830	8.90	-12.06	3200	21.68	-8.00
461			1831	8.00	-16.13	3201	13.50	-4.55
462			1832	12.95	-15.08	3202	13.75	-4.75
463			1833		-15.12	3203	13.00	-4.25
464			1834			3204	12.35	-6.20
465			1835			3205	12.75	-6.00
466			1836	12.48	-15.80	3206	12.85	-6.00
467		-24.10	1837	13.60	-15.30	3207	12.75	-5.70
468	14.80	-20.00	1838			3208	12.60	-9.15
469		-27.43	1839	14.98	-16.17	3209		-10.30
470		-19.90	1840	15.43	-17.13	3210		-12.40
471	14.00	-19.00	1841	13.56	-14.38	3211		
472	14.30	-17.93	1842	13.97	-15.70	3212		
473	14.70	-24.08	1843	13.05	-17.13	3213		
474	12.50	-31.00	1844	13.17	-14.13	3214		
475	13.50	-26.83	1845	13.39	-15.38	3215		
476	23.45	-15.50	1846	14.65	-14.40	3216		
477	24.50	-17.50	1847	15.19	-14.53	3217		
478	24.20		1848	15.00	-14.20	3218	13.05	
479	24.30	-34.70	1849	12.27	-16.27	3219	12.20	
480	28.00	-28.00	1850			3220	13.00	
481	17.40	-27.17	1851	13.86	-16.60	3221	13.00	
482			1852	13.92	-16.60	3222	13.70	
483	18.50	-27.25	1853	10.84	-17.13	3223	11.83	
484	21.85	-26.05	1854	8.47	-17.33	3224	11.83	

485	20.60	-28.00	1855	11.17	-17.10	3225	11.83	
486	15.70	-34.00	1856	9.67		3226	12.00	-12.50
487	27.20	-34.00	1857	7.30		3227	11.68	-12.50
488		-34.00	1858	8.76	-19.00	3228	11.60	-11.20
489			1859	8.50	-18.00	3229	11.30	-12.40
490		-34.50	1860	11.70	-20.40	3230	11.00	-12.00
491	26.90	-23.80	1861	11.50	-20.83	3231	11.00	-12.60
492	24.50	-24.00	1862	10.50	-21.00	3232	11.00	-12.60
493	25.00	-21.25	1863			3233	11.25	-9.75
494		-22.10	1864	10.11	-20.90	3234	11.00	-10.00
495		-21.25	1865	9.91	-22.17	3235	11.75	-10.50
496		-28.23	1866	10.77	-21.13	3236	11.50	-13.50
497		-24.93	1867	12.10	-17.38	3237	12.40	-13.75
498		-25.75	1868	11.83	-13.50	3238		-14.50
499	26.00	-26.63	1869	9.00	-17.60	3239		-12.25
500			1870	11.20	-16.58	3240		-12.00
501	29.25	-22.93	1871	13.50	-15.50	3241		-14.00
502	30.70	-23.75	1872	13.75	-19.67	3242		-12.25
503	2.80	-21.80	1873	12.98	-20.00	3243		-12.00
504	22.25	-22.75	1874	8.85	-21.50	3244	15.50	-11.50
505	21.75	-23.85	1875	8.27	-18.17	3245	14.75	-11.00
506		-24.15	1876	18.17	-7.50	3246	15.00	-13.00
507		-23.33	1877	17.83	-11.50	3247	17.00	-10.20
508			1878	10.33	-18.10	3248	14.50	-10.00
509		-22.50	1879	10.50	-15.55	3249	15.40	-11.65
510		-23.57	1880	8.88	-15.50	3250	11.67	-12.00
511			1881	7.20	-12.90	3251	14.07	
512	14.00	-24.65	1882	7.45	-11.25	3252	12.67	
513	13.00	-24.25	1883	7.00	-8.17	3253	11.05	-10.00
514	15.00	-25.50	1884			3254	12.26	-10.00
515	15.00	-25.10	1885	6.28	-10.63	3255	9.35	-14.30
516	13.00	-24.17	1886	6.30	-10.25	3256	9.50	-13.75
517	16.25	-23.50	1887	4.96	-10.28	3257	9.30	-13.90
518		-23.07	1888			3258		-10.50
519			1889	6.35	-14.17	3259		-10.20
520			1890	6.50	-11.54	3260		-10.60
521	20.10	-24.90	1891	12.85	-13.46	3261		-10.20
522	21.00	-21.25	1892	15.04	-14.53	3262		-10.30
523			1893	15.54	-14.67	3263		-10.50
524		-29.75	1894	13.57	-21.70	3264	12.00	-12.50
525	44.50	-24.25	1895	12.33	-20.15	3265	11.50	-8.00

526	45.00	-21.50	1896	9.29	-17.17	3266	9.00	-7.00
527	45.00	-25.33	1897	10.75	-17.38	3267	9.50	-10.20
528	45.00	-25.00	1898	8.95	-17.75	3268	8.00	-10.50
529	45.50	-25.60	1899	9.67	-18.67	3269		-10.50
530			1900	8.25	-18.58	3270		-10.30
531		-26.40	1901	8.50	-19.25	3271		-10.60
532			1902	8.40	-18.20	3272		-13.00
533	20.50	-25.00	1903	8.10	-16.08	3273		-11.20
534	22.00	-21.17	1904	9.40	-18.14	3274	8.00	-10.50
535	21.50	-22.40	1905	12.70	-14.53	3275	8.50	-10.50
536			1906	10.00	-12.63	3276	8.70	
537	21.00	-22.75	1907	9.64	-13.00	3277	9.00	
538	20.00	-21.35	1908	7.96	-15.14	3278	9.10	
539			1909	10.38	-12.69	3279	8.10	
540	18.00	-23.00	1910	9.00	-12.90	3280	9.00	-2.50
541	23.25	-26.00	1911	11.10	-10.38	3281	8.30	-2.50
542	20.00	-26.00	1912	10.75	-13.42	3282	8.50	-2.00
543			1913	7.33	-13.39	3283	8.50	-2.20
544	24.90	-23.20	1914	8.31	-14.35	3284	8.50	-2.20
545	29.00	-23.50	1915	8.90	-14.57	3285	8.20	
546		-23.25	1916	6.96	-15.83	3286		
547		-24.00	1917	6.58	-16.07	3287		
548		-23.80	1918	6.46	-13.88	3288		
549			1919	7.10	-13.10	3289		
550		-22.77	1920	8.00	-13.54	3290		-8.40
551		-20.30	1921	7.33	-14.28	3291		-8.50
552		-22.82	1922	7.00	-14.08	3292		-8.50
553	24.00	-22.73	1923	8.20	-18.03	3293		-9.50
554	24.05	-24.38	1924	10.25	-15.63	3294		-8.50
555	30.00	-22.44	1925	13.75	-14.25	3295		
556	16.00	-21.83	1926	13.50	-14.00	3296		-7.40
557		-24.03	1927	17.23	-14.00	3297		-8.75
558			1928	17.38	-11.58	3298		-15.50
559		-22.64	1929	11.66	-14.50	3299		
560		-23.67	1930	13.56	-13.83	3300		
561	29.10	-23.43	1931	13.10	-15.09	3301		
562	28.90	-21.03	1932	12.70	-11.50	3302		
563	24.25	-22.67	1933	15.00	-7.83	3303	6.20	
564	24.50		1934	14.77	-13.50	3304		
565	21.15		1935	13.67	-13.20	3305		
566	20.70		1936	15.00	-12.18	3306	6.90	

567	21.35	-0.50	1937	15.25	-10.44	3307		
568	20.00		1938	11.88	-11.13	3308	7.00	
569			1939	13.03	-11.52	3309		
570	17.00		1940	14.11	-14.90	3310		
571	20.10	-16.00	1941	13.75	-13.33	3311		
572		-15.40	1942			3312		
573		-15.80	1943	14.80	-9.83	3313		
574		-15.70	1944	12.33	-11.88	3314		
575		-23.40	1945	11.68	-12.50	3315		
576			1946	10.13	-14.90	3316		-7.00
577			1947	10.00	-17.00	3317		-7.20
578	25.30	-19.40	1948	11.00	-14.00	3318		-7.50
579	24.50	-17.00	1949	9.67	-13.60	3319		-8.00
580	20.00	-14.50	1950			3320		
581	25.00	-17.15	1951	10.40	-15.28	3321		
582	24.25	-16.50	1952			3322		
583	25.50	-18.50	1953	9.73	-18.32	3323		-16.30
584			1954			3324		-13.75
585	25.50	-18.50	1955	12.03	-17.23	3325		-13.15
586	26.50	-23.37	1956			3326		
587		-20.77	1957	12.96	-19.25	3327		
588	20.50	-18.88	1958	13.66	-18.52	3328		
589	20.00	-22.67	1959	15.35	-17.56	3329		
590	20.50	-22.57	1960	15.75	-14.47	3330		
591	20.50	-24.40	1961	14.67	-15.88	3331		-7.30
592			1962			3332		-6.10
593			1963	13.75	-12.50	3333		-7.30
594	10.50	-22.50	1964	14.00	-14.80	3334		-7.50
595	20.00	-22.50	1965	13.33	-12.93	3335		-7.50
596	20.60	-21.75	1966	14.00	-17.20	3336		-7.50
597	22.00	-21.50	1967	17.50	-15.50	3337		-12.40
598	22.50		1968	11.00	-16.83	3338		
599	22.50		1969	14.30	-14.50	3339		-10.45
600	22.00	-17.50	1970			3340		
601	16.00	-18.50	1971	5.65	-19.30	3341		-10.65
602	21.00	-18.50	1972	15.63	-15.25	3342		-10.40
603	20.55	-21.75	1973	15.00	-17.13	3343		-10.25
604	20.75		1974	16.58	-16.71	3344		-12.30
605	24.00	-18.30	1975	17.65	-17.09	3345		-12.50
606	24.50	-19.50	1976	22.77	-17.94	3346		-14.60
607	25.00	-21.50	1977	19.00	-21.43	3347	5.00	-9.90

608	24.30	-21.85	1978	17.17	-15.75	3348	7.00	-6.67
609	25.00	-20.83	1979	16.33	-24.50	3349		-4.20
610	24.90	-20.55	1980	12.77	-15.34	3350	10.05	-5.00
611	25.95	-19.47	1981	16.00	-14.62	3351	9.50	-5.50
612			1982	12.33	-13.17	3352	10.50	-4.83
613	21.38	-19.50	1983			3353	10.50	-5.83
614	11.95	-20.40	1984	11.75	-11.05	3354	11.00	-3.00
615	20.83	-22.50	1985	15.50	-11.40	3355	12.00	-3.80
616	20.50	-22.33	1986			3356	11.50	-8.25
617		-22.50	1987	14.57	-14.17	3357	14.30	-12.70
618	17.17	-22.70	1988	14.03	-11.23	3358		
619	27.25	-23.57	1989	17.45	-13.60	3359	14.25	-8.00
620	21.15	-23.43	1990	18.64	-13.00	3360		
621	27.07	-23.38	1991	18.60	-15.25	3361	16.50	-8.50
622	25.35	-24.95	1992	16.50	-20.63	3362	16.50	-13.25
623	25.00	-23.90	1993	17.20	-18.86	3363	16.20	-8.65
624	25.25	-24.33	1994	16.25	-17.50	3364	18.00	-8.35
625	25.40	-25.00	1995	17.50	-20.25	3365	18.00	-9.50
626	17.20	-24.75	1996		-16.20	3366	18.00	-9.25
627	22.03	-27.50	1997	8.00	-16.30	3367	18.50	-7.67
628	14.45	-29.00	1998	10.50	-18.63	3368	18.50	-9.05
629	15.75	-27.00	1999	10.13	-16.60	3369		
630	16.33	-26.50	2000	10.00	-14.95	3370		
631	16.85	-27.50	2001	8.93	-14.75	3371	15.00	-6.25
632	18.57	-25.45	2002	8.70	-13.43	3372	13.00	-5.45
633	22.50	-22.50	2003	9.75	-14.63	3373		
634	17.20	-22.15	2004	6.63	-15.63	3374	14.40	-4.25
635			2005	8.70	-16.25	3375	11.43	-4.95
636	23.83	-22.10	2006	7.42	-15.00	3376		
637	20.75	-24.00	2007			3377	11.83	-9.25
638	21.43	-20.25	2008	8.48	-20.70	3378	10.25	-9.00
639	20.33	-20.42	2009	5.75	-16.75	3379		
640	18.78	-20.92	2010	6.75	-13.85	3380		
641	19.50	-20.72	2011	8.82	-17.00	3381		
642	21.00	-21.20	2012	9.65	-16.10	3382		
643	20.13	-20.68	2013	10.93	-8.93	3383		
644	22.73	-19.60	2014	10.28	-14.90	3384		
645	22.87	-20.30	2015	12.08	-14.60	3385		
646	16.50	-20.20	2016	14.40	-14.83	3386		-10.10
647	17.25	-22.75	2017	13.12	-15.38	3387		-11.00
648			2018	16.00	-17.93	3388		-10.00

649			2019			3389		
650	17.30	-19.90	2020	14.85	-15.48	3390		
651	17.00	-15.60	2021	12.05	-15.06	3391		-13.50
652	15.00	-19.20	2022	13.40	-10.63	3392		
653	21.50	-21.70	2023	13.76	-13.10	3393	3.50	-13.67
654	14.75	-24.10	2024	10.83	-13.50	3394	2.80	-8.00
655	14.00	-24.18	2025	11.13	-13.50	3395		-8.50
656		-23.00	2026	8.33	-13.86	3396		
657	18.50	-22.05	2027	7.17	-11.58	3397		
658	18.20	-23.86	2028	7.18	-13.75	3398		
659	20.10	-20.90	2029	7.20	-20.63	3399		
660	19.97	-20.83	2030	9.00	-19.00	3400		
661	22.50	-20.50	2031	10.71	-16.17	3401		
662	22.65	-24.13	2032	10.33	-16.57	3402		
663	23.00	-23.50	2033	10.93	-17.20	3403		
664	25.33	-21.90	2034	8.58	-15.30	3404		
665			2035	10.56		3405		
666			2036	10.16		3406		
667	25.50	-26.73	2037	12.92	-23.50	3407		
668	24.03	-25.70	2038	12.20	-28.80	3408		
669	23.50	-24.40	2039	14.63	-21.10	3409		
670	23.00	-23.63	2040	15.78	-20.78	3410		
671	20.92	-23.27	2041	15.56	-17.94	3411		
672	21.70	-21.70	2042	16.47	-17.15	3412		
673	20.63	-22.00	2043	17.61	-13.78	3413		
674	21.33	-25.25	2044	16.33	-14.57	3414		
675	20.90	-25.25	2045	18.13	-12.94	3415		
676	20.10	-22.70	2046	15.25	-13.53	3416		
677	21.27	-25.10	2047			3417		-10.10
678	21.57	-24.23	2048	17.50	-13.00	3418		-11.00
679	20.90	-24.00	2049	17.00	-11.24	3419		-10.00
680	21.20	-21.58	2050	15.00	-13.52	3420		
681	19.88	-18.67	2051	10.30	-12.74	3421		
682	21.03	-17.45	2052	10.00	-14.10	3422		-13.50
683	23.55	-20.40	2053	6.57	-12.72	3423		
684	22.32	-23.30	2054	5.00	-13.42	3424	3.50	-13.67
685	24.07	-26.20	2055	7.00	-15.00	3425	2.80	-8.00
686	25.00	-26.00	2056	8.50	-15.47	3426		-8.50
687	25.36	-24.33	2057	14.80	-17.26	3427		
688	22.30	-23.97	2058	11.68	-18.95	3428		
689	23.50	-24.30	2059	11.21	-21.17	3429		

690		-24.40	2060	10.84	-17.12	3430		
691	20.44	-24.50	2061	12.73	-14.18	3431		
692	20.08	-25.65	2062	8.76	-18.50	3432		
693	22.13	-26.00	2063	9.21	-15.25	3433		
694	19.95	-25.50	2064	9.83	-15.20	3434		
695	20.60	-21.40	2065	10.53	-14.45	3435		
696	25.68	-22.50	2066	9.84	-16.38	3436		
697	22.32	-22.50	2067	13.10	-16.75	3437		-10.00
698	26.06	-22.40	2068	12.73	-16.53	3438		
699	24.50	-21.00	2069	14.00	-19.25	3439		
700	26.03	-21.00	2070	14.17	-22.21	3440		
701	20.40	-22.50	2071	14.87	-20.44	3441		
702	24.33	-22.00	2072	14.88	-20.54	3442		
703	19.10	-21.70	2073	13.75	-18.60	3443		-18.00
704	21.67	-19.65	2074	13.83	-18.83	3444		
705	19.80	-19.50	2075	16.25	-22.06	3445		
706	20.62	-19.63	2076	15.50	-23.16	3446		
707	20.68	-20.78	2077	11.06	-21.74	3447		
708	20.30	-21.63	2078	16.00	-15.50	3448		
709	15.72	-20.23	2079	11.50	-19.08	3449	16.00	
710	18.55	-19.50	2080	11.17	-18.00	3450	6.50	
711	16.48	-20.67	2081	10.90	-18.17	3451	16.50	-5.25
712	16.05	-21.50	2082	14.58	-14.50	3452		-7.50
713	16.48	-20.40	2083	12.30	-16.38	3453		-8.10
714	17.60	-20.33	2084	14.23	-11.90	3454		-6.75
715	19.35	-21.08	2085	13.04	-18.00	3455		-6.75
716	26.17	-25.80	2086	13.50	-18.25	3456		-8.50
717	25.50	-26.45	2087	15.00	-13.25	3457		-7.90
718	25.40	-26.13	2088	15.50	-12.50	3458	6.30	-7.50
719	27.73	-26.75	2089	15.17	-10.67	3459		-8.00
720	25.30	-25.20	2090	12.67	-11.00	3460		-8.00
721	24.54	-21.18	2091	16.00	-11.17	3461	5.00	-7.00
722	25.88	-21.50	2092	16.25	-16.88	3462	6.00	-6.00
723	25.83	-25.75	2093	16.25	-16.38	3463		
724	27.18	-21.50	2094	16.25	-16.75	3464		
725	27.00	-21.33	2095	13.10	-16.13	3465		
726	22.90	-20.60	2096	12.50	-16.94	3466		
727	22.60	-21.17	2097	18.50	-13.48	3467		
728	22.33	-18.33	2098	14.50	-15.38	3468		-9.75
729	22.33	-17.00	2099	14.00	-14.20	3469		-9.50
730	15.00	-27.70	2100		-14.44	3470		-12.23

731	18.50	-29.00	2101	1.00	-17.50	3471		-12.53
732	14.90	-26.80	2102	1.00	-24.14	3472		-11.67
733	18.70		2103		-21.94	3473		-8.25
734	17.60	-28.50	2104	22.50	-23.05	3474		-10.75
735			2105		-22.69	3475		-10.88
736	19.25	-16.40	2106		-23.42	3476		-11.75
737	18.40	-18.50	2107		-22.00	3477		-12.00
738	18.27	-20.83	2108	17.50	-20.82	3478		-8.80
739	20.00	-24.97	2109	17.50	-17.00	3479		-10.25
740	20.20	-20.30	2110	14.00	-16.50	3480		-7.98
741	19.50	-20.50	2111	19.00	-18.10	3481		-7.76
742			2112	18.50	-17.13	3482		-8.50
743	18.17	-19.50	2113	13.00	-15.80	3483		-6.37
744	17.38	-19.25	2114	13.25	-14.06	3484		-6.50
745	15.25	-19.00	2115	16.00	-11.00	3485		-8.00
746	15.75	-19.00	2116	16.60	-8.00	3486		-5.00
747	17.30	-19.00	2117	15.75	-8.05	3487		-8.00
748	17.84	-19.50	2118	16.00	-7.50	3488		
749	17.13	-23.50	2119	14.97	-7.85	3489		-2.00
750	15.96	-26.80	2120	14.93	-9.67	3490		-1.00
751	20.25	-25.60	2121	15.93	-14.30	3491		-10.00
752	15.00	-25.50	2122	10.63	-11.40	3492		-10.50
753			2123	11.48	-13.18	3493		-12.00
754	17.15	-1.64	2124	11.33	-15.00	3494		-10.50
755	16.60	-21.15	2125	12.10	-14.78	3495		-11.30
756	17.00		2126	11.72	-14.94	3496		-10.67
757	19.00		2127	9.88	-16.64	3497		-13.25
758	18.35	-42.50	2128	12.32	-16.75	3498	6.00	-13.00
759	17.83	-21.33	2129	12.35	-15.58	3499	13.00	-13.35
760	18.00	-20.75	2130	9.50	-14.70	3500	14.00	-14.00
761	16.33	-17.00	2131	7.63	-13.25	3501		
762	17.50	-23.80	2132	10.63	-11.18	3502	12.85	-12.00
763	18.90		2133	11.83	-14.17	3503	12.50	-11.30
764	18.50	-20.50	2134	11.33	-9.60	3504	13.30	-9.10
765	16.83	-19.35	2135	12.38	-12.88	3505	12.00	-9.25
766	17.68	-20.00	2136	13.43	-9.60	3506		-8.47
767	16.37		2137	11.05	-10.10	3507		-10.00
768	14.66	-19.50	2138	12.75	-5.80	3508		-11.45
769	18.67	-17.25	2139	12.15	-5.00	3509		-11.65
770			2140	12.16	-14.50	3510		-10.00
771	18.67	-20.35	2141	12.23	-9.08	3511		-9.50

772	18.17	-21.10	2142	11.90	-9.35	3512		-9.50
773	17.27	-21.75	2143	12.67	-12.33	3513		
774	19.80	-20.93	2144	12.72	-12.92	3514		
775	19.63	-21.07	2145	12.57	-13.47	3515		
776	19.65	-19.57	2146	14.75	-10.30	3516		
777	22.00	-21.25	2147	15.15	-14.36	3517		-14.00
778	22.00	-19.83	2148	15.22	-13.17	3518		-12.80
779	22.00	-19.17	2149	12.68	-14.56	3519		-13.00
780	18.00	-20.00	2150	11.50	-15.44	3520		
781		-21.65	2151	11.50	-13.68	3521	14.50	-13.25
782		-22.17	2152	14.00	-13.00	3522	5.60	-12.80
783		-19.00	2153		-14.36	3523	7.50	-11.50
784	24.00	-19.40	2154		-13.92	3524	7.00	-11.50
785	17.40	-18.18	2155		-13.45	3525	5.80	-12.50
786	19.43	-17.63	2156	12.50	-12.67	3526	5.15	-9.83
787	20.10	-18.50	2157		-11.67	3527	5.70	-10.00
788	20.80	-16.50	2158	8.00	-10.30	3528	6.00	-10.33
789	19.55	-18.00	2159	7.50	-9.75	3529	6.50	-14.17
790	18.20	-18.00	2160	7.50	-12.19	3530		
791	15.48	-16.80	2161	10.70	-12.72	3531		
792			2162	7.50	-11.42	3532		
793	15.57	-16.00	2163	7.58	-11.40	3533		
794	15.90	-15.10	2164	9.14	-12.00	3534		
795	16.17	-16.00	2165	9.50	-13.40	3535	3.00	
796	16.88	-17.75	2166	8.94	-15.15	3536	17.50	-2.40
797	16.90	-21.73	2167	9.46	-14.38	3537		-5.35
798	19.10	-20.63	2168	13.17	-13.06	3538		-4.25
799	19.98	-20.33	2169	11.93	-15.00	3539		-5.50
800	16.50	-20.30	2170	12.73	-16.75	3540		-4.25
801	16.50	-21.25	2171	15.27	-10.68	3541		-4.50
802	18.13	-24.48	2172	11.45	-11.67	3542		-4.50
803			2173	11.35	-7.75	3543		-4.10
804	21.00	-22.65	2174	10.55	-10.88	3544		-7.00
805	23.10	-22.18	2175	13.00	-6.30	3545		-4.50
806			2176	13.83	-8.75	3546		
807	23.00	-22.60	2177	14.83	-10.80	3547		-10.50
808	19.50	-22.60	2178	9.33	-12.75	3548		-11.00
809	20.50	-23.00	2179	9.27	-12.64	3549		-11.50
810			2180	14.80	-12.55	3550		-10.50
811			2181	12.40	-12.76	3551		-11.00
812	18.00		2182	22.75	-11.25	3552		

813	20.25		2183	17.17	-11.43	3553		
814			2184	16.00	-15.17	3554	1.00	
815			2185	13.83	-16.33	3555	6.10	
816			2186	14.44	-14.17	3556	6.00	
817	21.60	-23.50	2187	14.16	-18.70	3557	3.70	-7.00
818	21.06	-22.60	2188	14.50	-13.00	3558	6.00	-6.50
819	22.45	-23.00	2189	8.73	-20.25	3559	4.60	-6.80
820	21.38	-24.75	2190	8.47	-17.90	3560	5.00	-6.50
821	19.80	-23.75	2191	13.50	-18.00	3561	4.00	-7.40
822	19.50	-23.50	2192	9.08	-19.00	3562	5.00	-6.50
823	19.60	-21.40	2193	10.47	-18.70	3563		-7.50
824	25.00	-22.50	2194	10.67	-18.50	3564		-7.00
825	18.75	-26.00	2195	11.00	-13.50	3565		-5.90
826	19.63	-25.75	2196	11.45	-11.13	3566		-5.70
827	19.67	-25.00	2197	7.75	-12.05	3567		-6.40
828	17.50	-27.33	2198	8.37	-13.20	3568		
829	13.60	-27.53	2199	11.12	-13.05	3569		-6.50
830	13.50	-28.17	2200	10.50	-11.03	3570		-5.00
831			2201	11.36	-14.00	3571		-6.00
832			2202	11.64	-12.00	3572		
833	9.80	-19.00	2203	11.57	-12.30	3573		
834	9.50	-20.25	2204	12.05	-14.00	3574		
835	14.25	-21.75	2205	11.50	-12.57	3575		-5.50
836	14.67	-21.75	2206	11.00	-12.70	3576		-5.00
837	12.93	-23.50	2207	13.60	-12.36	3577		-5.50
838	16.83	-23.50	2208	16.33	-13.25	3578		-6.00
839	17.67	-21.75	2209	15.83	-14.28	3579		-4.20
840	17.17	-19.67	2210	17.25	-12.60	3580		
841	17.27	-19.40	2211	17.00	-12.00	3581		
842	17.05	-20.15	2212	23.60	-11.25	3582	5.00	
843	16.58	-20.25	2213	22.25	-7.75	3583	5.00	
844	16.00	-20.50	2214	17.75	-7.75	3584	4.50	
845	18.25	-23.00	2215	19.48	-19.00	3585	6.50	
846	18.80		2216	18.13	-15.50	3586	4.50	
847	21.45		2217	17.73	-15.00	3587	5.00	
848	21.50	-16.00	2218	18.43	-15.35	3588	4.00	
849	19.72		2219	17.90	-19.10	3589	6.00	
850			2220	15.27	-21.33	3590	5.00	-10.50
851	16.50		2221	15.70	-25.60	3591		-9.00
852	16.50		2222	11.90	-17.75	3592		-9.00
853	17.60		2223	10.00	-17.50	3593	6.28	-9.33

854	22.00	-27.00	2224	10.71	-12.62	3594		
855		-26.50	2225	10.20	-12.83	3595		
856		-25.00	2226	7.20	-13.00	3596		
857		-25.00	2227	13.50	-13.33	3597		
858		-27.30	2228	11.75	-13.00	3598		-10.00
859			2229	12.22	-13.08	3599		
860			2230	11.97	-15.08	3600		-13.50
861	19.50	-23.10	2231	12.65	-14.83	3601		-14.00
862	17.83	-18.20	2232	15.00	-15.20	3602		-14.50
863	18.13	-19.75	2233	12.00	-15.56	3603		-12.50
864	16.73	-18.43	2234		-13.88	3604		
865	18.02	-18.33	2235	17.40	-17.24	3605		
866	17.90	-21.75	2236	18.30	-14.23	3606		
867	18.33	-21.63	2237	18.35	-16.38	3607		
868	18.05	-21.33	2238	18.35	-16.83	3608		-12.40
869	16.34	-21.90	2239	18.15	-17.00	3609		-13.90
870	16.70	-21.65	2240	17.50	-16.18	3610		-12.50
871	15.13	-24.67	2241	23.40	-16.08	3611		-13.00
872	19.64	-18.17	2242	24.00	-13.60	3612		-8.00
873	17.17	-20.65	2243	24.00	-12.78	3613		-7.50
874	15.50	-20.75	2244	23.90	-12.55	3614		-7.50
875	19.13	-20.50	2245	23.00	-12.28	3615		-8.00
876	20.00	-25.00	2246	23.80	-11.37	3616		-8.00
877	23.33	-25.00	2247	17.95	-13.37	3617		-7.38
878			2248	15.00	-12.90	3618		-7.50
879	23.00	-24.00	2249	14.00	-16.03	3619		-7.50
880	28.00	-29.20	2250			3620		-7.50
881	26.13	-27.75	2251	12.25	-16.43	3621		-5.50
882	25.23	-27.40	2252	14.45	-15.30	3622		-8.50
883	24.38	-23.33	2253	14.50	-18.25	3623		-8.50
884			2254	13.23	-12.33	3624		
885	25.23	-22.67	2255	13.80	-12.47	3625		
886	23.83	-23.77	2256	11.50	-18.65	3626		-13.50
887	16.00	-24.77	2257	11.63	-19.17	3627		-13.00
888	15.00	-24.17	2258	10.87	-16.80	3628		-12.55
889	22.50	-24.50	2259	12.20	-20.14	3629		-11.25
890	22.00	-23.33	2260	14.70	-17.03	3630		-10.25
891	18.75	-22.17	2261	15.40	-16.87	3631		-11.83
892	19.10	-22.73	2262		-13.60	3632		-15.17
893	19.00	-26.50	2263	16.20	-14.28	3633		-13.00
894			2264			3634		-11.25

895	18.55	-23.50	2265	14.57	-18.34	3635		-10.75
896	18.75	-24.30	2266	16.12	-18.45	3636		-13.20
897	16.83	-25.25	2267	15.63	-15.41	3637		-14.00
898	18.50	-22.83	2268	15.75	-18.54	3638		-10.75
899	18.37	-22.55	2269	15.25	-17.10	3639		-8.50
900	16.75	-20.12	2270	14.93	-16.94	3640		-9.50
901			2271	16.10	-18.60	3641		-9.50
902			2272	18.50	-18.63	3642		-9.50
903			2273	18.33	-19.43	3643		-9.50
904	23.05	-12.30	2274	17.83	-17.08	3644		-10.00
905	22.60		2275	18.75	-19.75	3645		-8.50
906	22.17		2276			3646		-9.00
907	22.40		2277			3647		
908			2278	17.60	-17.50	3648		
909	24.17	-28.50	2279	13.87	-8.50	3649		-18.50
910	24.50	-25.90	2280			3650	3.00	-14.75
911	23.67	-28.75	2281	18.00	-9.10	3651		-11.67
912	19.88	-28.25	2282	18.00	-9.00	3652		-11.50
913	22.45	-28.15	2283			3653		-11.33
914	19.00	-27.65	2284			3654		-15.65
915	15.00	-26.85	2285			3655		-14.40
916	13.93	-28.15	2286			3656		-14.00
917	15.00	-24.10	2287	12.00	-13.43	3657		-14.25
918	16.75	-27.00	2288	9.65	-14.05	3658		-14.25
919	14.75	-26.30	2289	10.00	-14.83	3659		-14.40
920	14.83	-23.78	2290	11.50	-16.39	3660		-14.25
921	15.35	-22.58	2291	10.20	-16.91	3661		-13.00
922	14.25	-19.65	2292		-16.32	3662		-13.00
923	21.00	-20.77	2293	8.50	-15.07	3663		
924	15.80	-23.36	2294	3.00	-17.67	3664		
925	21.13	-22.13	2295		-17.03	3665		
926	14.50	-21.58	2296	15.00	-16.92	3666		
927		-22.20	2297	10.17	-17.50	3667		
928			2298	11.50	-18.38	3668		
929			2299	10.53	-17.20	3669		
930	19.00	-27.17	2300	11.38	-18.00	3670		
931	23.67	-16.23	2301	11.38	-15.50	3671		
932		-17.75	2302	10.75	-17.14	3672		-4.00
933			2303	13.24	-18.40	3673		-1.90
934	23.75	-18.00	2304	11.00	-14.60	3674		-3.00
935	23.00	-18.25	2305			3675		-2.20

936	22.03	-13.50	2306	8.90	-15.25	3676		
937	21.63	-13.70	2307	12.50	-15.30	3677		
938	21.90	-13.50	2308	12.50	-16.63	3678		
939	21.93	-10.70	2309	12.30	-11.42	3679		
940	19.63	-13.70	2310	9.20	-10.53	3680		
941	19.50		2311	8.35	-11.84	3681		
942	20.90	-15.50	2312	4.80	-10.60	3682		-10.75
943			2313	6.00	-8.15	3683		-10.25
944	18.59	-14.50	2314	6.60	-8.50	3684		-10.75
945	19.51	-13.90	2315		-8.50	3685		-11.00
946	19.04	-14.30	2316		-5.00	3686		-10.00
947	16.83	-16.00	2317		-9.45	3687		-8.40
948	14.56	-20.80	2318			3688		-9.90
949			2319	13.75	-11.94	3689		-9.00
950	15.30	-23.60	2320	9.00	-11.76	3690		-8.17
951	15.34	-23.47	2321	16.00	-11.10	3691		-6.25
952	18.88	-22.70	2322	9.83	-11.76	3692		
953	15.43	-22.38	2323	9.68	-13.28	3693		-3.50
954	15.18	-23.58	2324	13.25	-12.80	3694		-4.30
955	20.00	-20.25	2325	9.17	-12.08	3695		-5.40
956	23.83	-21.90	2326	13.40	-11.77	3696		-6.65
957	23.38	-22.00	2327	9.70	-13.53	3697		-5.75
958	24.00	-22.30	2328	9.80	-14.00	3698		-6.25
959	24.05	-24.13	2329	11.00	-3.80	3699		-6.00
960	23.28	-20.40	2330	11.80		3700		-5.75
961	26.30	-20.83	2331	12.00		3701		-6.25
962	30.00	-18.25	2332			3702		-6.90
963	29.67	-18.88	2333	12.67		3703		
964	32.00	-19.00	2334	11.70	-23.00	3704		
965	28.00	-17.30	2335	14.25	-23.00	3705		
966	25.30	-19.23	2336	14.70		3706		
967	26.80	-20.00	2337	15.25		3707		
968	24.14	-17.00	2338			3708		-16.75
969	19.30	-20.25	2339	15.00	-8.20	3709		-9.00
970	19.30	-21.50	2340			3710	9.00	-9.50
971	19.30	-21.17	2341		-12.75	3711	9.00	-10.00
972	16.69	-23.00	2342	10.50	-12.50	3712	8.50	-10.00
973	20.40	-17.52	2343	11.10	-14.10	3713	8.70	-9.00
974	16.24	-20.00	2344	12.67	-15.26	3714	7.80	-10.00
975	18.90	-15.10	2345	14.67	-16.50	3715	0.00	
976	18.50	-15.83	2346	16.50	-16.75	3716	7.50	-10.50

977	15.97	-17.16	2347	15.13	-15.67	3717	7.10	-9.60
978	20.55	-17.56	2348			3718	7.50	-7.30
979	18.38	-17.42	2349	12.63	-21.65	3719	7.00	-7.90
980	18.40	-18.40	2350	9.10	-17.83	3720		-5.00
981	17.50	-16.00	2351	10.08	-16.00	3721		-5.00
982	17.28	-23.50	2352	10.42	-17.00	3722		-5.00
983	19.09	-19.39	2353	9.00	-13.70	3723		-5.90
984	20.21	-18.80	2354	8.93	-13.00	3724		-6.00
985	22.51	-18.92	2355	14.47	-12.30	3725		-6.00
986	22.86	-18.70	2356	11.18	-13.50	3726		-6.80
987	22.49	-18.66	2357	15.00	-13.20	3727		-5.00
988	28.13	-19.54	2358	16.75	-13.00	3728		-6.00
989	30.55	-18.68	2359	5.50	-13.25	3729		-6.00
990	29.17	-17.57	2360	4.60	-13.10	3730		
991	27.58	-17.37	2361	3.00	-13.65	3731		
992	27.50	-16.50	2362	10.20	-13.00	3732		
993	23.83	-20.00	2363		-11.50	3733		
994	22.17	-16.50	2364		-13.70	3734		
995	20.60	-16.00	2365	13.00	-12.75	3735		
996	19.05	-17.32	2366	7.55	-15.30	3736		
997	20.80	-15.37	2367	11.03	-10.67	3737		
998	19.12	-15.83	2368	7.75	-12.83	3738		
999	17.20	-15.38	2369	9.30	-12.07	3739		
1000	19.90	-18.88	2370	7.75	-12.63	3740		
1001	18.43	-16.78	2371	8.38	-11.63	3741		
1002	18.20	-17.70	2372	9.33	-10.75	3742		
1003	18.00	-18.27	2373	9.93	-8.76	3743		
1004	19.26	-21.35	2374	8.60	-10.30	3744		-6.25
1005	17.50	-21.20	2375	6.67	-8.56	3745		-6.40
1006	17.63	-22.05	2376	9.63	-9.00	3746		-6.25
1007	16.72	-21.75	2377	7.45	-12.75	3747		-6.35
1008	18.72	-21.88	2378	8.50	-9.68	3748		-6.70
1009	17.25	-24.06	2379	9.83	-10.50	3749		-7.25
1010	18.20	-22.34	2380	10.20	-9.50	3750		-7.00
1011	19.88	-19.13	2381	10.17	-10.00	3751		-7.25
1012	17.96	-18.52	2382	7.75	-9.50	3752		-7.50
1013	18.03	-19.40	2383	6.85	-8.80	3753		-7.50
1014	16.38	-19.36	2384	11.75	-9.00	3754		
1015	20.86	-19.34	2385	8.50	-14.50	3755		
1016	18.83	-18.70	2386	8.15	-15.10	3756		
1017	21.75	-15.63	2387	6.90	-14.80	3757		

1018	23.23	-14.83	2388		-14.70	3758		
1019	14.10	-14.70	2389		-7.80	3759		
1020	14.65	-13.93	2390	11.50	-15.50	3760		-11.80
1021	16.84	-13.45	2391	8.20	-9.50	3761		-12.30
1022	15.00		2392	17.00	-9.00	3762		-12.25
1023	20.17	-18.00	2393	14.85	-9.80	3763		-12.50
1024	19.92	-18.00	2394	14.50	-10.00	3764		-11.50
1025	20.90	-21.15	2395	14.90	-9.67	3765		
1026	20.88	-20.75	2396	15.20	-12.60	3766		-6.00
1027	21.55	-22.83	2397	12.74	-15.00	3767		-7.70
1028	20.03	-22.70	2398	12.52	-15.00	3768		-6.00
1029	19.83	-21.13	2399	15.37	-18.70	3769		-7.50
1030	19.60	-21.06	2400	9.75	-20.05	3770		-7.25
1031	19.92	-21.17	2401	13.40	-21.17	3771		-6.20
1032	20.08	-20.96	2402	14.50	-21.00	3772		
1033	19.98	-22.08	2403	11.67	-19.00	3773		
1034	21.30	-20.17	2404	12.13	-13.73	3774		
1035	20.93	-21.67	2405	8.95	-18.50	3775		-6.25
1036	19.50	-23.04	2406	12.97	-21.50	3776		-6.40
1037	21.25	-25.77	2407			3777		-6.25
1038	19.33	-25.83	2408	12.33	-21.70	3778		-6.35
1039	19.20	-31.00	2409	12.25	-22.50	3779		-6.70
1040	19.88	-20.17	2410			3780		-7.25
1041	20.70	-19.53	2411	11.30		3781		-7.00
1042	20.78	-19.73	2412	11.00		3782		-7.25
1043	16.50	-19.13	2413	10.90		3783		-7.50
1044		-21.65	2414	11.65	-17.00	3784		-7.50
1045		-24.33	2415	9.83	-17.17	3785		
1046	18.50	-23.83	2416	10.50	-11.40	3786		
1047	18.60	-22.83	2417	12.50	-16.90	3787		
1048	21.00	-18.35	2418	9.83	-12.33	3788		
1049	20.50	-15.13	2419	15.33	-12.17	3789		
1050	20.00	-15.00	2420		-14.25	3790		
1051	16.40	-10.00	2421	17.50	-18.37	3791		-11.80
1052	16.75	-10.00	2422		-17.20	3792		-12.30
1053	18.00	-17.33	2423		-15.63	3793		-12.25
1054	18.15	-21.73	2424	7.80	-15.77	3794		-12.50
1055	21.00	-23.13	2425	11.57	-18.76	3795		-11.50
1056	21.50	-23.08	2426	12.17	-17.30	3796		
1057	22.70	-23.38	2427		-17.83	3797		-6.00
1058	17.33	-23.50	2428		-17.83	3798		-7.70

1059	16.29	-25.44	2429		-15.67	3799		-6.00
1060	16.80	-25.33	2430	7.00	-18.17	3800		-7.50
1061	16.80	-25.24	2431	4.55	-17.37	3801		-7.25
1062	20.21	-25.58	2432	6.30	-18.07	3802		-6.20
1063	18.93	-24.46	2433	9.50	-19.80	3803		-6.50
1064	15.80	-21.50	2434	6.00	-19.60	3804		-6.00
1065	16.08	-21.00	2435	9.00		3805		-6.00
1066	15.10	-25.33	2436	8.00	-12.50	3806		-6.80
1067	14.10	-23.75	2437	8.00	-12.00	3807		-6.90
1068	15.04	-25.50	2438	7.83	-10.80	3808		-7.50
1069	14.00	-25.00	2439	9.14	-15.15	3809		
1070	14.50	-25.00	2440	9.77	-15.30	3810		
1071	15.00	-28.50	2441	8.48	-13.23	3811		
1072	14.60	-27.25	2442	7.37	-16.60	3812		
1073	15.13	-23.17	2443	11.23	-17.10	3813		
1074	15.17	-20.35	2444	7.75	-17.50	3814	6.50	
1075	15.48	-22.00	2445	8.25	-17.13	3815		
1076	16.40	-26.00	2446	9.70	-17.30	3816		
1077	15.44	-25.00	2447	9.77	-17.13	3817		
1078	16.95	-26.00	2448	14.50	-19.07	3818		
1079	16.10	-25.00	2449	28.70	-17.15	3819		
1080	17.47	-25.00	2450	27.60	-12.00	3820		
1081	16.20	-22.15	2451	21.07	-16.65	3821		
1082	15.86	-20.63	2452	21.33	-11.80	3822		
1083	16.28	-22.67	2453	33.57	-9.70	3823		
1084	18.48	-21.50	2454	23.50	-7.17	3824		
1085	15.75	-21.25	2455	17.00	-4.60	3825		
1086	15.75	-20.65	2456	14.75	-5.15	3826		
1087	15.25	-14.25	2457	10.33	-5.10	3827		
1088	19.00	-16.33	2458	10.83	-9.33	3828		-2.50
1089	17.13	-17.17	2459	14.55	-12.15	3829		-2.00
1090	19.10	-15.15	2460	9.95	-10.80	3830		
1091	19.50	-14.80	2461	10.62	-9.90	3831	6.00	
1092	21.75	-16.25	2462	11.07	-9.75	3832	6.50	
1093	17.63	-16.65	2463	9.79	-9.50	3833	6.30	
1094	16.66	-12.00	2464	7.99	-8.75	3834		
1095	21.63	-12.20	2465	8.61	-8.30	3835		
1096	18.10	-11.30	2466	7.25		3836		
1097	17.47	-21.30	2467	8.50	-2.00	3837		
1098	16.30	-18.50	2468	5.27		3838		
1099	16.39	-22.70	2469	8.50		3839		

1100	16.25	-21.06	2470	7.75	-13.00	3840		
1101	16.64	-21.42	2471	7.65	-13.57	3841		
1102	17.08	-21.36	2472	6.50	-12.00	3842		
1103	19.00	-18.83	2473	6.50	-12.00	3843		
1104	16.43	-16.84	2474	4.00	-8.80	3844		
1105	16.76	-21.60	2475	11.10	-12.28	3845		
1106	16.92	-21.75	2476	15.23	-13.20	3846		-13.00
1107	17.18	-21.30	2477	14.00	-12.10	3847		
1108	16.41	-22.60	2478	13.33	-12.83	3848		
1109	16.36		2479	12.95	-12.40	3849		
1110	17.93		2480	13.00	-8.68	3850		
1111	18.13	-20.00	2481	14.00	-8.17	3851		
1112	17.63	-20.00	2482	13.97	-8.50	3852		
1113	17.13	-17.25	2483	13.67	-10.76	3853		
1114			2484	14.75	-10.07	3854		
1115	17.23	-12.65	2485	13.50	-10.17	3855		
1116	16.00	-17.17	2486	13.87	-9.18	3856		
1117	14.60	-16.67	2487	11.63	-10.75	3857		
1118			2488	11.56	-8.10	3858		
1119	8.50	-16.83	2489	11.37	-3.20	3859		-10.00
1120	12.90	-16.48	2490	9.50	-3.50	3860		-10.00
1121	8.40	-14.72	2491	12.10	-5.65	3861		-10.00
1122	10.63	-15.50	2492	12.00	-5.50	3862		-8.25
1123	11.23	-16.70	2493	12.88	-8.00	3863		-8.30
1124	10.83	-16.68	2494	11.90	-8.30	3864		-8.60
1125	11.88	-16.00	2495	12.75	-9.75	3865		-8.75
1126	11.50	-18.40	2496	10.10	-11.63	3866		-8.75
1127	13.40	-17.85	2497	6.75	-12.07	3867		-9.15
1128			2498	6.85	-11.70	3868		-11.60
1129			2499	7.60	-10.15	3869		-10.00
1130			2500	9.35	-12.17	3870		-11.30
1131	21.18	-12.70	2501	10.50	-13.88	3871		
1132			2502	6.50	-14.13	3872		-10.00
1133	19.58	-14.30	2503		-10.67	3873		-10.50
1134			2504		-13.60	3874		-8.90
1135	19.75	-6.50	2505		-13.82	3875		-7.00
1136	18.09	-10.50	2506		-13.23	3876		-9.50
1137	19.47	-10.67	2507		-14.58	3877	1.50	-10.50
1138	17.00	-11.40	2508		-16.60	3878		-5.25
1139	16.10	-13.25	2509	9.00	-15.00	3879	0.20	
1140	20.02	-13.25	2510		-12.37	3880	1.50	

1141	16.30	-12.88	2511		-9.73	3881	1.00	
1142	21.48	-13.08	2512	5.90	-6.47	3882	0.20	
1143	15.07	-13.10	2513	7.50	-12.82	3883	1.00	
1144	12.25	-16.13	2514	7.50	-10.20	3884	1.00	
1145	14.40	-16.98	2515	9.58	-19.33	3885	1.50	
1146	10.33	-16.56	2516	8.03	-7.80	3886		
1147	11.83	-17.83	2517	8.75	-7.00	3887		
1148	10.88	-17.16	2518	8.63	-9.45	3888		
1149	6.20	-18.45	2519	9.45	-9.75	3889		
1150	5.00	-16.10	2520	7.20	-10.50	3890		
1151		-15.00	2521	9.58	-14.10	3891		
1152	11.00	-15.64	2522	11.00	-16.40	3892		-12.00
1153	7.80	-15.22	2523	11.60	-14.50	3893		
1154	9.00	-12.07	2524	11.58	-14.85	3894		
1155	15.50	-13.75	2525	10.98	-14.60	3895		-8.10
1156	15.33	-15.96	2526	17.67	-14.50	3896		-9.00
1157	17.20	-14.67	2527	13.50	-14.25	3897		-10.25
1158	10.83	-13.00	2528	17.80	-14.75	3898		-6.00
1159	19.08	-13.50	2529		-15.50	3899		-9.75
1160	16.23	-13.00	2530		-16.07	3900		-10.55
1161	9.67	-12.80	2531		-16.67	3901		-10.50
1162	10.73		2532		-17.50	3902		-11.00
1163	12.55	-15.83	2533		-14.17	3903		-6.50
1164	12.43	-9.30	2534		-7.80	3904		-5.00
1165	12.88	-14.67	2535		-7.50	3905		-5.50
1166	13.44	-13.90	2536		-9.50	3906		-5.70
1167			2537		-9.50	3907		-8.00
1168	12.50	-18.13	2538		-9.33	3908		
1169	13.00	-18.10	2539		-8.70	3909		
1170	10.00	-18.86	2540		-8.60	3910		
1171	13.25	-17.33	2541	9.15	-10.80	3911		
1172	10.50	-18.25	2542	9.50	-10.50	3912		
1173			2543	13.17	-9.75	3913		
1174			2544	12.33	-10.50	3914		
1175			2545	10.45	-10.40	3915		
1176	14.60	-14.17	2546	9.67	-11.50	3916		
1177	16.28	-14.94	2547	9.50	-11.50	3917		
1178	12.57	-17.13	2548	6.25	-6.30	3918		
1179			2549	6.15	-8.50	3919		
1180	21.13	-16.00	2550	5.10	-9.15	3920		-10.00
1181			2551	6.20	-7.75	3921		-10.00

1182	25.23	-18.00	2552	5.35	-8.37	3922		-9.60
1183	25.17	-18.00	2553	2.60	-8.00	3923		-10.00
1184	24.60	-22.93	2554	4.00	-8.00	3924		-10.00
1185	22.50	-22.00	2555	5.00	-8.75	3925		-9.25
1186	22.00	-17.50	2556	4.50	-11.90	3926		-10.00
1187	17.83	-17.00	2557	4.30	-10.74	3927		-10.00
1188			2558	7.00	-12.33	3928		-10.00
1189	19.00	-15.00	2559		-14.75	3929		-10.30
1190	20.04	-16.00	2560		-11.25	3930		-10.00
1191	19.50	-13.75	2561		-6.80	3931		-10.00
1192	19.08	-13.85	2562		-13.17	3932		-7.50
1193	21.42	-15.05	2563	12.00	-11.75	3933		-7.20
1194			2564	11.35	-10.80	3934		-7.20
1195	19.67	-25.20	2565	16.50	-11.00	3935		-5.50
1196	23.23	-19.93	2566	14.75	-10.80	3936		-5.50
1197			2567	15.25	-10.00	3937	2.50	-5.50
1198	19.02	-17.71	2568	22.80	-14.50	3938	3.00	-6.00
1199	18.15	-16.79	2569		-15.30	3939		-6.00
1200	17.74	-17.62	2570	20.00		3940	2.50	-4.50
1201	17.93	-16.44	2571	20.00	-15.00	3941		-5.50
1202	16.40	-15.63	2572			3942		-5.00
1203	19.40	-16.76	2573	3.20	-8.10	3943		-5.20
1204			2574	9.75	-8.50	3944		
1205			2575	10.00	-8.90	3945		
1206			2576	9.85	-14.25	3946		
1207	13.88	-17.33	2577	9.00	-9.00	3947		
1208	13.50	-17.86	2578	4.80	-9.16	3948		
1209			2579	5.25		3949		
1210	12.75	-21.10	2580	7.50	-17.50	3950		
1211	11.63	-21.85	2581	7.75	-19.25	3951		
1212			2582	7.77	-19.25	3952		
1213	5.00	-18.17	2583	8.00	-15.50	3953		-11.50
1214			2584	7.63	-15.80	3954		-10.20
1215	5.00	-19.68	2585	7.93	-15.58	3955		
1216		-18.75	2586			3956		
1217	16.25	-19.00	2587	9.55	-16.15	3957		
1218	16.85	-22.58	2588	9.05	-19.75	3958		
1219	16.25	-24.83	2589	9.20	-19.85	3959		
1220	20.50	-19.11	2590	10.30	-20.65	3960		-6.00
1221			2591		-20.70	3961		-7.00
1222	22.57	-17.60	2592		-17.60	3962		-7.00

1223	18.13	-17.24	2593		-22.20	3963		-5.60
1224			2594			3964		-6.00
1225	16.70	-17.16	2595		-15.00	3965		-5.00
1226			2596		-10.00	3966		-6.00
1227	24.03	-15.98	2597		-9.83	3967		-6.00
1228	22.18	-15.06	2598		-11.25	3968		
1229	20.85	-17.51	2599		-4.00	3969		
1230	21.50	-17.91	2600	4.25		3970		
1231	20.25	-19.00	2601	2.40		3971		
1232			2602	10.00		3972		
1233	17.00	-20.02	2603	9.75		3973		
1234	17.50	-19.38	2604	3.20		3974		
1235	18.50	-19.13	2605	5.80	-22.25	3975		
1236	18.55	-21.00	2606	5.10		3976		
1237	18.60	-21.11	2607	6.50		3977		-5.50
1238	18.57	-17.70	2608	6.00	-21.00	3978		-5.40
1239	18.50	-18.60	2609	6.50	-17.00	3979		-5.30
1240	16.00	-20.33	2610	6.00	-17.33	3980		-5.00
1241	18.20	-16.83	2611	5.53	-17.44	3981		-5.70
1242			2612	6.90	-15.95	3982		-5.50
1243	20.00	-14.75	2613	10.90	-15.95	3983		-5.00
1244	19.43	-16.58	2614	10.20	-16.83	3984		-5.00
1245			2615	9.75	-17.22	3985		-5.00
1246	17.00	-15.86	2616	9.65	-15.02	3986		-5.25
1247	16.56	-16.24	2617	11.00	-13.94	3987		-5.00
1248			2618	12.00	-11.75	3988		-6.50
1249	14.00	-18.67	2619	10.00	-12.10	3989		-7.30
1250	16.38	-17.81	2620	10.50	-11.32	3990		
1251	18.03	-19.34	2621	11.00	-13.63	3991		
1252	19.00	-18.01	2622	11.00	-14.83	3992		
1253	18.00	-17.82	2623	10.50	-10.50	3993		
1254		-15.10	2624	10.60	-9.50	3994		
1255	23.00	-15.39	2625		-12.50	3995		
1256	23.50	-15.04	2626		-11.60	3996		
1257	23.90	-15.38	2627	1.40	-10.55	3997		
1258	23.00	-16.32	2628	2.00	-12.50	3998		
1259	23.00	-15.88	2629	8.50	-12.00	3999		
1260	14.00	-18.38	2630	2.00	-11.00	4000		
1261			2631	1.80	-12.30	4001		
1262	10.00	-18.93	2632	3.00	-11.00	4002		
1263	13.50	-19.13	2633			4003		

1264	14.33	-20.30	2634			4004		
1265	14.73	-20.80	2635	6.50	-13.33	4005		
1266	18.43	-20.60	2636	6.40	-12.60	4006		
1267	18.13	-16.05	2637	6.07	-20.20	4007		
1268	17.83	-16.75	2638	7.40	-21.20	4008		
1269	17.56	-19.83	2639	9.00		4009		
1270	17.61	-18.14	2640	9.25	-22.70	4010		
1271	17.57	-17.18	2641	8.15	-12.00	4011		
1272	16.15	-18.55	2642	8.50	-10.50	4012		
1273	15.41	-14.58	2643	9.50	-10.50	4013		
1274	15.71	-14.61	2644	9.50	-12.00	4014	1.00	
1275	15.90	-15.67	2645	10.00	-11.50	4015	2.00	
1276	14.13	-13.36	2646	9.80		4016	2.00	
1277	14.78	-13.75	2647	10.20	-5.80	4017		
1278	16.25	-12.40	2648			4018		
1279	14.86	-13.94	2649	12.00	-9.00	4019		
1280	14.67	-13.38	2650	12.00	-7.00	4020		
1281	13.89	-13.79	2651			4021		
1282	14.17	-14.29	2652	11.00	-7.38	4022		-5.50
1283	16.38	-14.83	2653	11.00	-7.25	4023		-5.50
1284	16.00	-15.76	2654	11.50	-7.50	4024		-7.40
1285	14.63	-18.84	2655	11.80	-9.00	4025		
1286	12.83	-22.40	2656	13.50	-7.85	4026		
1287	14.33	-18.08	2657	12.50	-10.00	4027		
1288	10.55	-19.32	2658	15.00	-10.67	4028		
1289	15.64	-17.80	2659	15.00	-10.17	4029		
1290	18.00	-16.93	2660	15.00	-11.60	4030		
1291	17.25	-19.36	2661	13.33	-11.00	4031		
1292	14.80	-17.70	2662	6.40	-9.00	4032		
1293			2663	3.50	-9.00	4033		
1294	15.55	-20.70	2664	1.00	-8.00	4034		
1295	19.13	-17.46	2665	0.50	-7.00	4035		
1296	18.55	-16.50	2666	0.10	-7.55	4036		
1297	16.44	-15.13	2667	0.30	-18.00	4037		
1298	18.93	-14.63	2668	7.00	-18.75	4038		
1299			2669	13.00	-18.00	4039		
1300	19.34	-15.85	2670	13.00	-16.03	4040		
1301			2671	13.30	-14.40	4041		
1302	20.18	-14.78	2672	14.90	-14.40	4042		
1303	20.70	-14.83	2673	14.00	-14.75	4043		
1304	22.83	-15.13	2674	13.50	-13.83	4044		

1305	24.67	-14.47	2675	12.50	-15.23	4045		
1306	18.75	-14.84	2676	13.50	-11.07	4046		
1307	18.17	-14.13	2677			4047		
1308	18.05	-15.26	2678			4048		
1309			2679			4049		
1310	17.75	-16.35	2680	12.00	-9.00	4050		
1311	21.95	-17.80	2681	12.00	-7.00	4051		
1312	19.38	-18.00	2682			4052		
1313	19.75	-18.05	2683	11.00	-7.38	4053		
1314	13.93	-18.74	2684	11.00	-7.25	4054		
1315	18.07	-17.00	2685	11.50	-7.50	4055		
1316	16.20	-20.00	2686	11.80	-9.00	4056		
1317	12.60	-21.83	2687	13.50	-7.85	4057		
1318	12.40	-21.83	2688	12.50	-10.00	4058		
1319	12.40	-20.33	2689	15.00	-10.67	4059		
1320	12.63	-19.00	2690	15.00	-10.17	4060		
1321	13.30	-18.63	2691	15.00	-11.60	4061		
1322	17.06	-15.92	2692	13.33	-11.00	4062		
1323	15.45	-18.57	2693	6.40	-9.00	4063		
1324	18.97	-20.17	2694	3.50	-9.00	4064	12.10	
1325	13.30	-23.50	2695	1.00	-8.00	4065		
1326	17.38	-15.50	2696	0.50	-7.50	4066		
1327	15.92	-19.25	2697	0.10	-7.55	4067		
1328	17.00	-15.67	2698	0.30	-18.00	4068		
1329	17.15	-15.30	2699	7.00	-18.75	4069		
1330	18.30	-15.83	2700	13.00	-18.00	4070		
1331	18.36	-16.73	2701	13.00	-16.03	4071		
1332	17.71	-13.33	2702	13.30	-14.40	4072		
1333	19.07	-16.50	2703	14.90	-14.75	4073		
1334	16.30	-23.23	2704	14.00	-14.75	4074		
1335	16.86	-23.00	2705	13.50	-13.83	4075		
1336	12.00	-18.60	2706	12.60	-15.23	4076		
1337	7.77	-20.42	2707	13.50	-11.07	4077		
1338	18.50	-15.12	2708	12.75	-12.53	4078		
1339	16.10	-12.63	2709		-9.00	4079		
1340	15.18	-14.12	2710		-8.75	4080		
1341	18.00	-12.75	2711		-13.50	4081		
1342	12.93	-19.07	2712		-12.50	4082		-5.00
1343	14.08	-19.17	2713		-12.23	4083		-4.50
1344	17.18	-17.10	2714		-13.33	4084		-8.20
1345	17.48	-17.35	2715		-13.67	4085		-11.00

1346	16.76	-13.73	2716		-13.45	4086		-9.50
1347	18.60	-16.14	2717		-12.50	4087		-10.00
1348	18.20	-17.76	2718		-13.33	4088		-10.50
1349	16.28	-17.60	2719	11.45		4089		-10.30
1350	15.81	-17.75	2720	17.80	-14.50	4090		-9.50
1351	17.39	-17.30	2721	17.50	-13.25	4091	12.50	-8.20
1352	17.71	-17.38	2722			4092		-9.50
1353	17.01	-17.00	2723	18.00	-12.45	4093		-10.00
1354	17.36	-16.92	2724	18.00	-9.33	4094		
1355			2725		-9.86	4095		
1356	17.15	-23.23	2726		-8.00	4096		
1357	15.33	-24.70	2727	14.50	-7.40	4097		
1358	14.26	-25.13	2728	13.20	-2.60	4098		
1359	15.44	-19.50	2729	14.60	-7.10	4099		
1360	16.56	-17.10	2730	14.40	-2.80	4100		
1361	16.60	-20.50	2731	14.50	-3.35	4101		
1362	16.08	-21.40	2732	12.80	-15.03	4102		
1363	16.55	-17.80	2733	14.25	-8.13	4103		
1364	17.08	-21.22	2734	11.50	-8.50	4104		
1365	16.67	-21.14	2735	11.40	-12.23	4105		
1366	16.60	-15.00	2736	13.00	-9.90	4106		
1367	15.88	-15.42	2737	12.70	-8.55	4107		
1368	16.86	-15.50	2738	12.80	-10.17	4108		
1369	17.33	-16.70	2739	13.50	-11.33			
1370	17.33	-16.25	2740	13.00	-11.15			

Lampiran 2 Source Code

a) Source Code Grafik Data *Butterfly Diagram* LU

```

clc,clear;
disp(' Grafik Butterfly Diagram LU')
disp('=====')
disp('ANISA IKA INDRAYANTI')
disp('10610061')
disp('=====')
filename='grafik.xlsx','A1:B2600';
data=xlsread(filename)
t=data(:,1); %data pada kolom 1 dari excel 'grafik.xlsx'
y=data(:,2); %data pada kolom 2 dari excel 'grafik.xlsx'
plot(t,y,'b.')
title('Posisi Sunspot di Lintang Utara')
xlabel('Hari Ke-')
ylabel('Posisi Sunspot')
grid on

```

b) Source Code Grafik Data *Butterfly Diagram* LS

```

clc,clear;
disp(' Grafik Butterfly Diagram LS')
disp('=====')
disp('ANISA IKA INDRAYANTI')
disp('10610061')
disp('=====')
filename='grafik.xlsx','E1:F3082';
data=xlsread(filename)
t=data(:,5); %data pada kolom 5 dari excel 'grafik.xlsx'
y=data(:,6); %data pada kolom 6 dari excel 'grafik.xlsx'
plot(t,y,'b.')
title('Posisi Sunspot di Lintang Selatan')
xlabel('Hari Ke-')
ylabel('Posisi Sunspot')
grid on

```

c) Source Code Estimator Kernel Gaussian untuk *Butterfly Diagram* LU

```

clc,clear;
disp('Estimator Kernel Gaussian pada Butterfly Diagram LU')
disp('=====')
disp('ANISA IKA INDRAYANTI')
disp('10610061')
disp('=====')
filename='utara.xlsx','A1:B2600';
data=xlsread(filename);
x=data(:,1); %data pada kolom 1 dari excel 'utara.xlsx'
y=data(:,2); %data pada kolom 2 dari excel 'utara.xlsx'
n=2600; %banyak data
h=0.1:0.1:0.1; %bandwidth
p=length(h);

```

```

for p=1:p
%Membuat kurva regresi dengan estimator kernel Gaussian
for i=1:n
    for j=1:n
        C1(j)=(x(i)-x(j))/h(p);
        C2(j)=(1/(sqrt(2.*3.14))).*exp(-(1/2.*((C1(j))^2)));
        C3(j)=C2(j).*y(j);
    end
    C4(i)=sum(C3)/sum(C2);
end
plot(x,y,'c.')
hold on
plot(x,C4,'k-')
title('Kurva Regresi Kernel Gaussian untuk Data Butterfly Diagram LU')
xlabel('Hari Ke-')
ylabel('Posisi Sunspot')
grid on
hold off

%Mencari MSE
for k=1:n
    M(k)=abs(y(k)-C4(k));
    N(k)=(M(k))^2;
end
MSE=(1/n).*sum(N);
RMSE=sqrt(MSE);
MAD= sum(M)/n;

% Mencari GCV
X=[x];
Xt=X';
A=Xt*X ;    %X'X
I1=eye(1);  %I
B=n*h(p)*I1; %n*h*I
G=A+B ;    %X'X+n*h*I
H=inv(G);
I=X*H*Xt;  %X.inv(X'X+n.h.I)
I2=eye(n); %matrik identitas
matrik =I2-I;
tr=trace(matrik);
penyebut=((1/n)*tr)^2; % (i/n. tr(I-H(h)))^2
GCV=MSE/penyebut

end
GCV
MSE
RMSE
MAD

```

d) Source Code Estimator Kernel Gaussian untuk *Butterfly Diagram LS*

```

clc,clear;
disp('Estimator Kernel Gaussian pada Butterfly Diagram LS')
disp('=====')
disp('ANISA IKA INDRAYANTI')
disp('10610061')
disp('=====')

```

```

filename='selatan.xlsx','A1:B3082';
data=xlsread(filename);
x=data(:,1); %data pada kolom 1 dari excel 'utara.xlsx'
y=data(:,2); %data pada kolom 2 dari excel 'utara.xlsx'
n=3082;      %banyak data
h=0.1:0.1:0.1; %bandwidth
p=length(h);

for p=1:p
%Membuat kurva regresi dengan estimator kernel Gaussian
for i=1:n
    for j=1:n
        C1(j)=(x(i)-x(j))/h(p);
        C2(j)=(1/(sqrt(2.*3.14))).*exp(-(1/2.*((C1(j))^2)));
        C3(j)=C2(j).*Y(j);
    end
    C4(i)=sum(C3)/sum(C2);
end
plot(x,y,'c.')
hold on
plot(x,C4,'k-')
title('Kurva Regresi Kernel Gaussian untuk Data Butterfly Diagram LS')
xlabel('Hari Ke-')
ylabel('Posisi Sunspot')
grid on
hold off

%Mencari MSE
for k=1:n
    M(k)=abs(y(k)-C4(k));
    N(k)=(M(k))^2;
end
MSE=(1/n).*sum(N);
RMSE=sqrt(MSE);
MAD=sum(M)/n;

%Mencari GCV
X=[x];
Xt=X';
A=Xt*X ;      %X'X
I1=eye(1);    %I
B=n*h(p)*I1; %n*h*I
G=A+B ;      %X'X+n*h*I
H=inv(G);
I=X*H*Xt;    %X.inv(X'X+n.h.I)
I2=eye(n);   %matrik identitas
matrik =I2-I;
tr=trace(matrik);
penyebut=((1/n)*tr)^2; % (i/n. tr(I-H(h)))^2
GCV=MSE/penyebut

end
GCV
MSE
RMSE
MAD

```

e) **Source Code Estimator Kernel Cosinus untuk *Butterfly Diagram* LU**

```

clc,clear;
disp('Estimator Kernel Cosinus pada Butterfly Diagram LU')
disp('=====')
disp('ANISA IKA INDRAYANTI')
disp('10610061')
disp('=====')
filename='utara.xlsx','A1:B2600';
data=xlsread(filename);
x=data(:,1); %data pada kolom 1 dari excel 'selatan.xlsx'
y=data(:,2); %data pada kolom 2 dari excel 'selatan.xlsx'
n=2600; %banyak data
h=0.1:0.1:0.1; %bandwidth
p=length(h);

for p=1:p
%Membuat kurva regresi dengan estimator kernel Cosinus
for i=1:n
for j=1:n
C1(j)=(x(i)-x(j))/h(p);
if abs(C1(j))<=1;
I=1;
else
I=0;
end
C2(j)=(3.14/4).*cos((3.14/2).*C1(j))*I;
C3(j)=C2(j).*y(j);
end
C4(i)=sum(C3)/sum(C2);
end
plot(x,y,'c.')
hold on
plot(x,C4,'k-')
title('Kurva Regresi Kernel Cosinus untuk Data Butterfly Diagram LU')
xlabel('Hari Ke-')
ylabel('Posisi Sunspot')
grid on
hold off

%Mencari MSE
for k=1:n
M(k)=abs(y(k)-C4(k));
N(k)=(M(k))^2;
end
MSE=(1/n).*sum(N)
RMSE=sqrt(MSE)
MAD=sum(M)/n

%Mencari GCV
X=[x];
Xt=X';
A=Xt*X ; %X'X
I1=eye(1); %I
B=n*h(p)*I1; %n*h*I
G=A+B ; %X'X+n*h*I
H=inv(G);
I=X*H*Xt; %X.inv(X'X+n.h.I)

```

```

I2=eye(n); %matrik identitas
matrik =I2-I;
tr=trace(matrik);
penyebut=((1/n)*tr)^2; % (i/n. tr(I-H(h)))^2
GCV=MSE/penyebut

```

```

end
GCV
MSE
RMSE
MAD

```

f) Sourc Code Estimator Kernel Cosinus untuk *Butterfly Diagram LS*

```

clc,clear;
disp('Estimator Kernel Cosinus pada Butterfly Diagram LS')
disp('=====')
disp('ANISA IKA INDRAYANTI')
disp('10610061')
disp('=====')
filename='selatan.xlsx','A1:B3082';
data=xlsread(filename);
x=data(:,1); %data pada kolom 1 dari excel 'selatan.xlsx'
y=data(:,2); %data pada kolom 2 dari excel 'selatan.xlsx'
n=3082; %banyak data
h=0.1:0.1:0.1; %bandwidth
p=length(h);

for p=1:p
%Membuat kurva regresi dengan estimator kernel Cosinus
for i=1:n
for j=1:n
C1(j)=(x(i)-x(j))/h(p);
if abs(C1(j))<=1;
I=1;
else
I=0;
end
C2(j)=(3.14/4).*cos((3.14/2).*C1(j)).*I;
C3(j)=C2(j).*y(j);
end
C4(i)=sum(C3)/sum(C2);
end
plot(x,y,'c.')
hold on
plot(x,C4,'k-')
title('Kurva Regresi Kernel Cosinus untuk Data Butterfly Diagram LS')
xlabel('Hari Ke-')
ylabel('Posisi Sunspot')
grid on
hold off

%Mencari MSE
for k=1:n
M(k)=abs(y(k)-C4(k));
N(k)=(M(k))^2;
end

```

```

MSE=(1/n).*sum(N);
RMSE=sqrt(MSE);
MAD=sum(M)/n;

%Mencari GCV
X=[x];
Xt=X';
A=Xt*X ;      %X'X
I1=eye(1);    %I
B=n*h(p)*I1; %n*h*I
G=A+B ;      %X'X+n*h*I
H=inv(G);
I=X*H*Xt;    %X.inv(X'X+n.h.I)
I2=eye(n);   %matrik identitas
matrik =I2-I;
tr=trace(matrik);
penyebut=((1/n)*tr)^2; % (1/n.*tr(I-H(h)))^2
GCV=MSE/penyebut

end
GCV
MSE
RMSE
MAD

```



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933**

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Anisa Ika Indrayanti
 NIM : 10610061
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
 Judul Skripsi : Estimator Kernel Cosinus dan Kernel Gaussian dalam Model Regresi Nonparametrik pada Data *Butterfly Diagram* Siklus Aktivitas Matahari Ke-23
 Pembimbing I : Ir. Nanang Widodo, M.Si
 Pembimbing II : Abdul Aziz, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	28 Januari 2014	Konsultasi Masalah	1.
2	05 Februari 2014	Konsultasi Bab I	2.
3	15 Februari 2014	Konsultasi Bab II	3.
4	03 Maret 2014	Revisi Bab I II	4.
5	25 Maret 2014	Konsultasi Bab I, II Agama	5.
6	15 April 2014	Revisi Bab I II Agama	6.
7	22 April 2014	ACC Bab I II	7.
8	29 April 2014	ACC Bab I II Agama	8.
9	08 Mei 2014	Konsultasi Bab III	9.
10	15 Mei 2014	Revisi Bab III	10.
11	30 Mei 2014	ACC Bab III	11.
12	02 Juni 2014	Konsultasi Bab IV	12.
13	03 Juni 2014	Revisi Bab IV	13.
14	04 Juni 2014	ACC Bab IV	14.
15	05 Juni 2014	Revisi Bab I, II, III, dan IV	15
16	10 Juni 2014	Revisi Bab I, II, III, dan IV	16
17	12 Juni 2014	Acc Agama	17
18	12 Juni 2014	Acc Keseluruhan	18

Malang, 12 Juni 2014
 Mengetahui,
 Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
 NIP. 19751006 200312 1 001

