IMPLEMENTASI ESTIMATOR FRACTIONAL BROWNIAN MOTION DENGAN PARAMETER HURST UNTUK DATA PAJAK HOTEL

Skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana

Program Studi Matematika

Oleh

Nama : Samuel Defri Nugroho

NIM : 4111410042

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Implementasi Estimator Fractional Brownian Motion dengan Parameter Hurst untuk Data Pajak Hotel

disusun oleh

Samuel Defri Nugroho

4111410042

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang pada:

Hari : Senin

Tanggal : 9 Februari 2015

Panitia:

Ketua,

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.

NIP. 196310121988031001

Sekretaris,

Drs. Arief Agoestanto, M.Si.

NIP. 196807221993031005

Penguji I

Putriaji H., S.Si, M.Pd, M.Sc.

NIP. 198208182006042001

Penguji II

Dra. Sunarmi, M.Si.

NIP. 195506241988032001

Penguji III/ Pembimbing

Dr. Scolastika. Mariani, M.Si.

NIP. 196502101991022001

PERNYATAAN

Saya menyatakan, bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan atau dari karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 9Februari 2015
Penulis,

METERAI TEMPEL
30B39ACF470494840
6000

Samuel Defri Nugroho

NIM. 4111410042

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Experience is the best teacher

PERSEMBAHAN

- Untuk Papa dan Mama ku tercinta terima kasih buat kasih sayang, doa serta dukungannya.
- Untuk Adik ku tercinta terima kasih buat doa serta dukungannya.
- Untuk Aprizkinita Andhini Pratiwi terima kasih buat kasih sayang, doa, dukungan dan canda tawa.
- Untuk sahabat Dinas Penggelola Keuangan dan Aset Daerah terima kasih doa serta dukungannya.
- Untuk sahabat Leadership Development Program terima kasih buat doa serta semangatnya.
- Untuk sahabat Pusat Pengembangan Anak IO-991 dan IO-199 terima kasih buat doa serta semangatnya.
- Untuk sahabat KKN dan PKL terima kasih buat doa serta semangatnya.
- Untuk sahabat Matematika Angkatan 2010 terima kasih buat doa serta semangatnya.
- Untuk UNNESku tercinta.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah yang telah melimpahkan berkat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul "Implementasi Estimator Fractional Brownian Motion dengan Parameter Hurst untuk Data Pajak Hotel".

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segenap ketulusan hati disampaikan rasa terima kasih penulis kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rohman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof.Dr.Wiyanto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Dra. Kristina Wijayanti, M.Si., Ketua Prodi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
5. Tri Sri Noor Asih, S.Si, M. Si., Dosen wali sekaligus inspirator dan motivator dalam memberikan semangat untuk terus melangkah menyusun skripsi.
6. Dr. Dra. Scolastika Mariani, M.Si., Dosen pembimbing dan inspirator yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Papa, Mama, serta Adek tercinta yang selalu memberikan dukungan dan dorongan materi dan doa.
9. Aprizkinita Andini Pratiwi terkasih yang selalu memberikan dukungan dan doa.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari, bahwa dengan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki, dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kelemahan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 9 Februari 2015

Penulis

ABSTRAK

Defri, Samuel, Nugroho. 2014. Implementasi Estimator Fractional Brownian Motion dengan Parameter Hurst pada Data Pajak Hotel. Skripsi.Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dr. Scolastika Mariani, M.Si.

Kata Kunci: Implementasi, Estimator,*Brownian Motion*,*Fractional Brownian Motion*, *Hurst.*

Fractional Brownian Motion (FBM) dan *Brownian Motion*(BM)tergolong statistika stokastik yang dapat mengkonstruksi data keuangan khusus data target pajak hotel sehingga berdampak pada pengambilan keputusan.Rumusan masalah penelitian yaitu bagaimana nilai estimator terbaik FBM dan BM dengan parameter *Hurst* serta bagaimana Implementasi estimator FBM dan BMdengan parameter *Hurst*untuk data pajak hotel menggunakan program Matlab.Tujuan penelitian adalah mengetahui nilai estimator terbaik FBM dan BM serta mengetahui implementasi estimator FBM dan BMdengan parameter *Hurst* dari data pajak hotel mengunakan program Matlab.

Proses konstruksi yaitu menginputkan parameter *Hurst* $[0,1]$, Δt, k, serta N pada estimator *Hurst* diperoleh nilai estimator.Nilai tersebut diinputkan kedalam FBM dan BM$(H = 0.5)$ pada keuangan, sehingga diperoleh nilai FBM dan BM.

Hasil konstruksi diperoleh:

H	$\widehat{H}$	$W^H(t)$	$cov(\widehat{H})$	$Var(\widehat{H})$	$S(t)$	$RMSE$
0,5	0,8518	402,5670	51792200	4,0515e+019	3,3712e+045	6,3651e+009
1	1,1018	1,5460e+005	5,7225e+012	1,9242e+019	5,0033e+050	4,3866e+009

Berdasarkan hasil konstruksi nilai estimator terbaik dari RMSE (*Root Mean Square Error*) yang paling kecil yakni 4,3866e+009padaFBM dengan $H = 1$dibandingkan BM $H = 0.5$dengan nilai 6,3651e+009sehingga dipilih RMSE $H = 1$.
Nilai estimator BM = 0,8518dan FBM = 1,1018 serta analisa FBM dan BM terlihat dari $s(t)$ nilai FBM lebih tinggi dari BM. Berdasarkan hasil konstruksi di atas bahwa pengambilan keputusan pada target pajak hotel di kota Semarang tahun 2015 perlu adanya peningkatan. Diharapkan dengan ada peningkatan target pajak hotel dapat berdampak pada meningkatnya kesejahteran masyarakat melalui pendapatan asli daerah yang meningkat.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv

KATA PENGANTAR v

ABSTRAK vii

DAFTAR ISI viii

DAFTAR LAMBANG x

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1. 1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 6

1.3 Batasan Masalah 6

1.4 Tujuan Penelitian 7

1.5 Manfaat Penelitian 7

1.6 Sistematika Penelitian 8

BAB II LANDASAN TEORI 10

2.1 Distribusi Normal 10

2.2 Time Series 11

2.3 Proses Stokastik 11

2.4.1 Estimator Parameter *Hurst* 13

2.4.2 Indeks *Hurst* Estimator 13

2.5 Brownian Motion 15

2.6 Elemen Fractional 16

2.7 Fractional Brownian Motion 16

2.5.1 Fractional Brownian Motion di Keuangan 20

2.6 Program Matlab 22
2.7.1 Matlab dengan Grafik 24
2.7.2 Matlab dengan Perhitungan 24
2.7.2.1 M–File 25
2.7.3 Matlab Penamaan Variabel 26
2.7.4 Matlab dengan variabel 26
BAB III METODE PENELITIAN 28
3.1 Perumusan Masalah 28
3.2 Sumber Pustaka 28
3.3 Pengumpulan Data 29
3.4 Prosedur Penelitian 29
3.5 Kerangka Berpikir 30
3.6 Flowchart 31
3.7 Pemecahan Masalah 33
3.8 Penarikan Kesimpulan 34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 35
4.1 Hasil Penelitian 35
4.2 Pembahasan 36
BAB V PENUTUP 38
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 40

DAFTAR LAMBANG

x, y	: Variabel
$s\ atau\ \sigma$	: Simpangan Baku atau *Standart Deviasi*
t	: Waktu.
$plot$	: Membuat grafik.
Ans	: "answer", digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan terakhir.
W^H	: Wick Ito (*Brownian Motion*)
$\bar{x}$	: Mean
N	: Banyaknya data x dalam populasi.
f	: Fungsi.
$\widehat{H}$	:Estimator*indeks Hurst.*
H	: Parameter *Hurst*($0 \leq H \leq 1$)
$quit$	: Keluar
clc	:Membersihkan comend
^	: Pangkat
%	: Koment
$S(\ t)$	: *Stok finance*dengan*Fractional Brownian Motion*
Lg	: *Lenght*
Δ	: Delta
$\lvert\ \rvert$	: Mutlak

R	:Bilangan real
Γ( )	: Gamma
r	: Bunga dengan FBM
h	: Fungsi real
E[ ]	: Ekspektasi
π	: Phi (3,14)
α	: Alpha

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Parameter *Hurst* dengan korelasi Fractional Brownian Motion..... 18

Tabel 2. Hasil analisa 35

Tabel 3. H = 0,5..... 37

Tabel 4. H = 1..... 37

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar1. Jendela utama MATLAB.....23

Gambar2. Grafik pada MATLAB.....24

Gambar 3. Tampilan M-File.....25

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Data target pajak hotel 42

Lampiran 2. Coding Program 43

Lampiran 3. H = 1.....46

Lampiran 4. H = 0,5.....55

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang Masalah

Dinas Pengelola Keuangan dan Aset Daerah (DPKAD) merupakan Dinas Pemerintah kota Semarang yang mengelola pendapatan asli daerah. Pendapatan asli daerah (PAD) yaitu salah satu tolak ukur guna melihat keberhasilan pembangunan perekonomian suatu daerah khususnya tingkat kemakmuran penduduk. PAD diperoleh dari sektor pajak daerah, retribusi daerah, hasil perusahaan milik daerah, dan hasil pengelolaan kekayaan daerah pendapatan asli daerah. Bidang pajak dibagi menjadi berberapa bidang yakni bidang pajak hotel, pajak reklame, pajak sarang burung walet, pajak PBB, pajak BPHTP, pajak hiburan, pajak restoran, pajak penerangan jalan, pajak bahan galian, pajak parkir, pajak air tanah. Pajak yang memberikan konstribusi banyak untuk PAD adalah pajak hotel dibandingkan dengan pajak yang lain-lain. Hal ini terlihat dari jumlah dana penerimaan pajak hotel dari tahun 2008-2014 kepada kas daerah dengan nilai penerimaan terbesar di antara pajak-pajak yang lain.

Pembangunan adalah suatu usaha untuk melakukan perubahan terhadap keadaan untuk menjadi lebih baik, dimana usaha tersebut dilakukan terus-menerus.Pembangunan ekonomi memiliki arti proses perombakan dalam struktur ekonomi yang terdapat dalam suatu masyarakat sehingga membawa kemajuan yang lebih baik dalam arti meningkatkan taraf kehidupan rakyat maupun

menyempurnakan mutu kehidupan dalam masyarakat bersangkutan. Indonesia sebagai negara sedang berkembang dan melaksanakan proses pembangunan secara seimbang, yaitu dimana pembangunan manusia yang seutuhnya lahir maupun batin, secara seimbang adil dan makmur.

Kemajuan dan perkembangan nasional diberbagai negara sudah sangat pesat. Kepesatan ini memiliki dampak yakni menimbulkan persaingan antar negara dalam upaya mencapai perkembangan dan kemajuan nasional.Peran pembangunannasional dalammendukung perkembangan dan kemajuan nasional sangat penting. Dikarenakan pembangunan secara nasional menjadi tolak ukur menentukan kemajuan dan perkembangan suatu negara dari berbagai aspek.Kehidupan untuk mencapai pembangunan dalam skala nasional dibutuhkan jumlah dana yang besar sehingga dana memiliki penaran penting untuk mendukung pembangunan skala nasional.

Keuangan ataudana sangat mempunyai peranan penting dalam mendukung pembangunan nasional. Hal ini disebabkan oleh keuangan digunakan sebagai alat transaksi yang sah untuk suatu barang. Setiap kemajuan dan perkembangan skala nasionaldifokuskan dalam pembangunan nasional pasti membutuhkan dana dalam jumlah yang bernilai besar. Adapun asal dana tersebut berasal dari dalam negeri melingkupi kas daerah, pajak dan lain sebagainya, maupun dana yang berasal dari luar negeri diantaranya devisa, pinjaman, investor. Mengingat rentannya dana yang khusus teralokasi untuk pembangunan nasional perlu pengawasan yang ketat. Pemerintah berusaha untuk meningkatkan perkembangan dan kemajuan nasional. Usaha pemerintah dalam meningkatkan perkembangan dan kemajuan

nasional ialah meningkatkan penerimaan kas negara yangterutama berasal dari sektor pajak.

Pajak merupakan sektor yang sangat mendukung pemerintah dalamupaya perkembangan dan kemajuan nasional dibandingkan sektor lain.Sangat penting peran pajak dalam mendukung kebijakan pemerintah dalam perkembangan dan kemajuan nasional. Diperlukan pengawasan yang sangat ketat untuk dana pajak agar tidak terjadi tindakan korupsi, pencucian uang dan masih banyak lagi tindakan jahat terkait dana.

Lingkup terkecil dari pajak ialah pajak daerah. Pajak yang mencangkup hanya daerah tertentu saja, akan tapi sangat penting perannya dikarenakan bersinggungan langsung dengan para wajib pajak. Lembaga pemerintah yang mengelola pajak daerah ialah Dinas Pengelola Keuangan dan Aset Daerah (DPKAD). Data keuangan khususnya data pajak yang diperoleh dari Dinas Pengelola Keuangan dan Aset Daerah bidang Pajak Daerah. Didalam sektor pajak,data keuangan terbagi menjadi dua penerimaan, yaitu pajak langsung, contohnya: pajak penghasilan (PPh) dan pajak tidak langsung, contohnya: pajak pertambahan nilai (PPN).

Pajak merupakan iuran rakyat kepada kas negara berdasarkan undang–undang (yang dapat dipaksakan) dengan tiada mendapatkan jasa timbal balik (kontraprestasi) yang langsung dapat ditunjukkan dan yang digunakan untuk membayar pengeluaran umum. Pajak memiliki dua fungsi, yaitu sebagai fungsi *Budgetair* (dimana pajak sebagai sumber dana bagi pemerintah untuk membiayai

pengeluaran–pengeluaran) dan sebagai fungsi mengatur / *regulerend* (dimana pajak sebagai alat untuk mengatur atau melaksanakan kebijaksanaan pemerintah dalam bidang sosial dan ekonomi). Hukum pajak atau juga disebut hukum fiskal adalah keseluruhan dari peraturan-peraturan yang meliputi wewenang pemerintah untuk mengambil kekayaan seseorang dan menyerahkannya kembali kepada masyarakat dengan melalui kas negara, sehingga pajak merupakan bagian dari hukum publik. Hukum publik yang mengatur hubungan-hubungan hukum antar negara dan orang–orang atau badan-badan (hukum) yang berkewajiban membayar pajak(Mardiasmo, 2011). Undang-undang No. 28 tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Restribusi Daerah. Pajak daerah disebut kontribusi wajib masyarakat kepada daerah yang terhitung oleh orang pribadi atau badan.Hal ini bersifat memaksa berdasarkan undang-undang. Pajak daerah digunakan untuk keperluan daerah bagi sebesar–besarnya kemakmuran rakyat.

Melihat bentuk data pajak, data pajak tergolong dari bentuk data *time series.* Data pajak hotel diambil dari data pajak hotel dengan waktu yang sama dalam rentang waktu tertentu. Hal ini yang menguatkan pendapat bahwa data pajak tergolong *time series.* Data yang digunakan untuk skripsi merupakan data target Pajak yang ditampilkan data pendapatan pajak pada tahun 2008 sampai 2014 yang diperoleh dari Dinas Penggelolaan Keuangan dan Aset Daerah dikota Semarang. *Time series* merupakan model yang digunakan untuk mendapatkan deskripsi data terkait pengambilan data dalam rentang waktu sama

(Peter J. dkk, 2001). Dalam arti luas data pajak didefinisikan data *time series* karena data pajak diambil dalam suatu selang waktu tertentu dengan jumlah item tertentu.

Matematika secara garis besar dibedakan menjadi dua, yaitu matematika terapan dan matematika murni.Matematika terapan mempunyai pengertian bahwa matematika digunakan diluar matematika. Matematika terapan berperan dan membantu menyelesaikan masalah–masalah didunia nyata yang akan diselesaikan didalam sistem dan memenuhi kebutuhan ilmu–ilmu dalam perkembangannya. Banyak ilmuan yang mengkaji matematika untuk dimanfaatkan dalam bidang lain. Sedangkan matematika murni berperan sebagai rancangan–rancangan definisi, teorema yang terstruktur secara sistematis. Pembicaan statistika tergolong pada matematika terapan sehingga jawaban yang diinginkan adalah jawaban untuk ruang lingkup yang lebih luas dan bisa dimanfaatkan untuk menjawab kebutuhan masyarakat.

Penelitian ini akan mengkaji tentang interpretasi dan konstruksi dari data pajak pada rentang waktu tahun 2008-2014 menggunakan metode yang dipilih adalah *Fractional Brownian Motion* dengan paramater *Hurst* berserta estimatornya. Metode ini yang diharapkan mampu menjadi solusi untuk menginterpretasikan dan mengkonstruksi hasil datatarget pajak. Varians dan rataan dari data pajak dikonstruksi dengan parameter *Hurst* dan estimator paramater*Hurst* untuk menghasilkan nilai *stock* keuangan (*stock finance*) sehingga diperoleh kondisi data pajak.Kondisi data pajak ini menjadi suatu pertimbangan DPKAD untuk mengeluarkan sebuah kebijakan.

Berdasarkan alasan di atas penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul "IMPLEMENTASI ESTIMATOR FRACTIONAL BROWNIAN MOTION DENGAN PARAMATER HURST UNTUK DATA PAJAK HOTEL"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Menentukan nilai Estimator terbaik antara *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion*dengan Parameter *Hurst* ?
2. Bagaimana Implementasi Estimator *Fractional Brownian Motion*dan *Brownian Motion* dengan Parameter *Hurst* dari Data Pajak Hotel mengunakan program MATLAB?

1.3 Batasan Masalah

Sejumlah permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini akan dibatasi ruang lingkup pembahasan, antara lain:

1. Data pajak hotel yang akan dilakukan analisa*Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* menggunakan parameter *Hurst* adalah target pajak hotel.
2. Simulasi yang digunakan untuk melakukan analisa *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* menggunakan *software* Matlab.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang rinciannya dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai Estimator terbaik antara *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst*.
2. Mengetahui Implementasi Estimator *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst* dari data Pajak Hotel mengunakan program Matlab.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Menambah wawasan tentang estimator *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst*.
2. Menambah pengetahuan tantang *Implementasi Estimator* metode *Fractional Brownian Motion*dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst* pada data target pajak hotel di kota Semarang.
3. Mengetahui nilai *Estimator* terbaik parameter *Hurst* dengan *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dari data target pajak hotel di kota Semarang.
4. Hasil penelitian memberikan manfaat untuk bidang ilmu yang berkaitan *Fractional Brownian Motion*dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst*, seperti bidang keuangan.

1.6 Sistematika Penelitian

Laporan penulisan skripsi ini menggunakan sistematika yang terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian awal (pendahuluan), bagian isi (inti), dan bagian akhir (penutup).

1. Bagian Awal (Pendahuluan)

   Skripsi terdiri dari halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar lambang, dan daftar lampiran.

2. Bagian Isi (Inti)

   Bagian ini terdiri dari lima bab yaitu

   BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

   BAB II Tinjauan Pustaka, meliputi tinjauan tentang parameter *Hurst, Estimator, Fractional, Brownian Motion, Fractional Brownian Motion* pada keuangan, data *time series* Matlab.

   BAB III Metode Penelitian, meliputi perumusan masalah, penelaahan sumber pustaka, pengumpulan data, pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan.

   BAB IV Hasil dan Pembahasan, berisi simulasi analisa *Fractional Brownian Motion*dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst* menggunakan data target pajak hotel di kota Semarang.

BAB V Penutup, berisi tentang simpulan dan saran.

3. Bagian Akhir (Penutup)

   Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka untuk memberi informasi tentang buku sumber, dan lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Distribusi Normal

Statistika tidak terlepas dari distribusi atau pola data, berikut dipaparkan materi yang mendukung berdasarkan pengertian distribusi:

Pendapat Hirinaldi (2005: 92) Distribusi normal menjadi distribusi penting dengan alasan sebagai berikut:

1. Distribusi normal terjadi secara alamiah.
2. Variabel acak yang tidak didistribusikan secara normal dapat didistribusikan menjadi variabel acak yang dapat didistribusikan.
3. Banyak hasil yang dapat digunakan secara benar jika digunakan dengan distribusi normal.
4. Variabel acak yang tidak menunjukan distribusi normal, akan tetapi jika diambil sampelnya maka menunjukan distribusi normal.

Menurut Maman (1990 : 182) Didefinisikan peubah acak X yang memiliki mean μ dan bervariansi $\sigma^2 < \infty$, dikatakan berdistribusi normal, disingkat $X \sim N\ (\mu, \sigma^2)$. Jika f.k.p nya adalah :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\ e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}\ ;\ -\infty < x < \infty$$

2.2 Time Series

Menurut Wei, William. S. (2006: 180) Banyak data bisnis dan ekonomi dengan bentuk time series dari suatu periode.

2.3 Proses Stokastik

Menurut Karatzas,dkk (1991: 1) Proses stokastik adalah variabel random $X = \{X_t\ ; 0 \leq t < \infty\}$ dengan (Ω, f).

2.4 Estimator

Estimator adalah kuantitas yang didasarkan dari observasi sampel yang nilainya diambil sebagai indikator dari parameter populasi yang tidak diketahui. (contoh rata–rata sampel $\bar{x}$ sering digunakan sebagai estimator dari mean populasi yang tidak diketahui μ).

Berdasarkan Strandal (2011: 4) Estimator statistik meliputi kriteria estimator tidak bias, estimator konsisten, estimator terbaik, estimator yang mencangkupi. Estimator adalah suatu proses menggunakan statistik sampel untuk menduga parameter populasi.

Pendugaan titik (*point estimator)* adalah suatu nilai (suatu titik) yang digunakan untuk menduga suatu parameter populasi.Pendugaan interval (*interval Estimator)* adalah suatu interval yang menyatakan selang dimana suatu parameter populasi mungkin berbeda.

Pendapat Hirinaldi (2005: 92) Varians merupakan kuadrat dari standard deviasi, sehingga untuk sampel dinyatakan sebagai s_x^2.

Rumus standard deviasi untuk sampel :

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Menurut Sudjana (2005: 70)

Contoh estimasi:

Estimasi rataan:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1} f_i x_i}{\sum_{i=1} f_i}.$$

Estimasi varians:

$$s^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}\right).$$

Menurut Bishwal P. N (2008: 5) Estimasi atau Estimator merupakan sebuah pemisalan dari sebuah parameter yang diinputkan ke dalam suatu distribusi. Semakin banyak estimasi atau estimator yang diinputkan maka keadaan sebenarnya akan mendekati nilai sebenarnya.

Menurut F. Yerlikaya, dkk (2013: 8) Menentukan nilai dari persamaan minimal permasalahan untuk mengkonstruksi. Memecahkan optimasi persoalan dan memberikan solusi yang sesuai.

2.4.1 Estimator Parameter *Hurst*

Menurut Herry (dikutip dari www.herys.wordpress.com [diunduh 8/8/14]) Berkaitan parameter *Hurst* dengan bilangan real [0,1].

Jika f fungsi kontinu bernilai real [0,1]. E(f_n, x) konvergen ke f pada [0,1] untuk $n \to \infty$.

2.4.2 Indeks *Hurst* Estimator

Menurut Robert dkk (2004:2)

Misalkan himpunan

$$f(x) = |x|^k, k \in R^+.$$

Misalkan $0 < H < 1$ adalah standard *Fractional Brownian Motion* (FBM).

$W^H = \{W_t^H\}_{t \in R}$ merupakan proses Gaussian.

Didefinisikan

$$\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} |W_{i+1}^H - W_i^H|^k \to E[W_1^H]^k.$$

dengan

$$E[W_1^H]^k = \Delta t^{2H}\left[\frac{2^{\frac{k}{2}}\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}\right].$$

Estimasi tidak memberikan dampak bias jika menggunakan *second* moment dan distribusi normal sehingga berdampak nyata dari *Fractional Brownian Motion* dengan *time series* $\{W_i\}_{i=0}^{N}$.

Didefinisikan indeks estimator Hurst.

$$\widehat{H} = \frac{\log\{\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}|W_{i+1}^{H} - W_i^{H}|^2\}}{2\log(\Delta t)}.$$

dengan Δt adalah $|t_{akhir} - t_{awal}|$.

Misal

$$X = \{W_1^H - W_{0,}^H W_2^H - W_{1,}^H \dots, W_N^H - W_{N-1,}^H\}$$

Fungsi f merupakan fungsi Borel dengan

$$E[f(W_i^H)] < \infty.$$

Sifat–sifat dari *Fractional Brownian Motion* (FBM) $W^H = \{W_t^H\}_{t\in R}$ yakni:

1. $W_0^H = 0$.
2. $W_t^H - W_s^H$ berdistribusi N $(0, | t - s |^{2H})$.
3. $t \rightarrow W_t^H$kontinu.

2.5 Brownian Motion

Gerak *Brown* atau *Brownian Motion* (1827) merupakan fenomena yang terjadi ketika dilihat menggunakan mikroskop terlihat gerakan acak (Pierre Coubet J, 1976). Himpunan dari variabel random yang diinterpretasikan dengan kurva.Sampel dari data random diinputkan dengan nilai parameter. Metode ini membentuk kurva *Brownian Motion* yang memiliki pergerakan dari 1 titik ke titik yang lain. Ditampilkan secara tegak lurus atas ke bawah (Mattew Moore, 2002).

Menurut Mattew Moore (2002: 5) Kurva *Brownian* merupakan himpunan variabel random dari waktu.

Yang didalamnya memiliki anggota:

1. $\forall\, h > 0$, ditransformasikan $X(t+h) - X(t)$ distribusi Gaussian.
2. *Transformasi* $X(t+h) - X(t),\ 0 < t_1 < \cdots < t_n$ merupakan *independent* dari *trasnformasi.*
3. Rataan dari *motion* adalah 0.

Kurva *Brownian* merupakan sampel random dari data yang dinilai dan di*plot.* Kurva *Brownian* yang ditampilkan dengan pemindahan dari satu titik waktu ke titik yang lain secara vertikal naik dan turun.

Varians dari *Brownian Motion* ialah:

$$\Delta_n^2 = \frac{1}{2^{n+1}}\sigma^2$$

2.6 Elemen Fractional

Menurut Mishura (2008: 1) menjelaskan bahwa: Misalkan $\propto > 0$

Riemann-Liouville

Fractional Integrals (a, b) dari α:

$$\left(I_{a+f}^{\alpha}\right)(x) \coloneqq \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{a}^{x} f(t)(x-t)^{\alpha-1}\, dt.$$

Dan

$$\left(I_{a-f}^{\alpha}\right)(x) \coloneqq \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{x}^{b} f(t)(x-t)^{\alpha-1}\, dt.$$

Dalam penerapan keuangan menggunakan *Integrating Fractional Brownian Motion.*

Menurut YanghoChoi (2008: 12) sistem yang sangat penting dari keuangan:

Fractional path didefinisikan:

$$\int_{a}^{b} f(t, w)\, d(t) = \lim_{[a,b]\to 0} \sum_{k=0}^{n-1} f(t_k, w)\left(W^H(t_{k+1}) - W^H(t_k)\right).$$

dengan $\frac{1}{2} < H < 1$.

2.7 Fractional Brownian Motion

Fractional Brownian Motion atau FBM merupakan teori pengembangan dari teori *Brownian Motion* atau lebih dikenal Gerak *Brown*. *Fractional Brownian Motion* merupakan proses stokastik sehingga interpretasi dari FBM lebih cocok untuk data keuangan, karena data keuangan merupakan data yang *time series*.

Karakteristik FBM dengan parameter *Hurst* (H) adalah memiliki memori yang panjang sehingga cocok untuk digunakan dalam interpretasi dari data keuangan dan FBM memiliki banyak variabel sehingga memudahkan dalam berbagai variabel. Konsep *Fractional Brownian Motion* (FBM) secara umum digunakan untuk model bermacam–macam. Fenomena atau pengambaran yang mendekati aslinya, karena kemampuan dari struktur *dependent* yang memberikan penjelasan dari pengamatan secara nyata.Struktur *Fractional Brownian Motion* (FBM) digunakan parameter *Hurst*(H). FBM dengan parameter *Hurst* ($H > \frac{1}{2}$) disebut proses berkelanjutan yang memiliki hubungan positif. FBM dengan parameter *Hurst* ($H < \frac{1}{2}$) disebut proses anti berkelanjutan dengan hubungan negatif. FBM dengan parameter *Hurst*($H = \frac{1}{2}$) merupakan FBM yang disamakan *Brownian Motion*. Indentifikasi dari nilai parameter *Hurst* sangat penting untuk menentukan struktur dari proses dan proses perhitungan. Persamaan stokastik secara umum dari FBM yang digunakan menjelaskan permasalahan dikehidupan nyata khususnya keuangan, teknik, dan lain-lain. *Fractional Brownian Motion* dengan lompatan diasumsikan memberikan rasa tertarik dari dunia keuangan untuk Menetapkan harga tapi aktualisasi tidak mendukung dalam ekonomi khususnya pasar yang lengkap (Z. Xiaoyang.dkk, 2012).

Brownian Motion tergolong kategori statistika stokastik. *Fractional Brownian Motion* merupakan hasil dari *Brownian Motion* yang serupa dengan *Brownian Motion* hanya *Fractional Brownian Motion* ditampilkan rataan dan Varians σ^2 (Mattew Moore, 2002).

Menurut Moore, Mattew (2002: 11)

Tabel 1. Parameter *Hurst* dengan korelasi *Fractional Brownian Motion*

Parameter *Hurst* (H)	Keterangan
$H = \frac{1}{2}$	Bentuk asli dari Brownian Motion
$H < \frac{1}{2}$	Korelasi yang negatif dari rataan yang diinputkan pada FBM
$H > \frac{1}{2}$	Korelasi yang positif dari rataan yang diinputkan pada FBM

Varians dengan *Fractional Brownian Motion* ialah:

$$\Delta_n^2 = \frac{\sigma^2}{2^{2H}}(1 - 2^{H-2})$$

Secara umum varians dari *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dapat diperoleh dari rumus:

$$\Delta_n^2 = \frac{\sigma^2}{(2^n)^{2H}}(1 - 2^{H-2})$$

Menurut F. Yerlikaya, dkk (2013: 3) Misalkan H konstanta dengan interval [0, 1]. FBM $\left(W^H(\,t\,)\right)t \geq 0$ dengan parametr *Hurst* (H) *kontinu* dan proses Gaussian dengan fungsi covarian.

$$E[W^H(\,t\,)W^H(\,s)] = \frac{1}{2}\left(t^{2\hat{H}} + s^{2\hat{H}} - |t - s|^{2\hat{H}}\right).$$

Untuk $H = \frac{1}{2}$ FBM merupakan standard *Brownian Motion.*

Standard dari FBM. $W^H(t)$:

1. $W^H(\,0\,) = 0$ dan $E\,[W^H(\,t\,)] = 0\ \ \forall\, t\ \geq 0$.

2. $W^H\ \ homogen\,, W^H(t+s) -\ W^H(\,s\,).\forall\, t, s\ \geq 0$.

3. W^H merupakan proses Gaussian dan $E\,[W^H(t)^2] =\ t^{2\hat{H}}\ \ (\,t\ \geq 0\,),\ \forall\ H \in [0,1]$.

4. W^H merupakan *trajectori kontinu.*

Parameter *Hurst* dari FBM menjelaskan kebebasan dari data yang memiliki korelasi antara $s, t \geq 0$ diperoleh :

$$E\big[\big(W^H(\,t+h\,) -\ \ W^H(\,t)\big)(\,W^H(\,s+h\,) -\ \ W^H(\,s)\big)\,\big] =$$

$$\frac{h^{2\hat{H}}}{2}\,\big[\big(n+1\,)^{2\hat{H}} + (\,n-1\,)^{2\hat{H}} -\ 2n^{2\hat{H}}\big).$$

Dapat dilihat $H > \frac{1}{2}$ merupakan korelasi yang positif sedangkan $H < \frac{1}{2}$ merupakan korelasi negatif.

Menurut Yulia S. Mishura (2008: 24) *Fractional Brownian Motion* (FBM) dengan parameter *Hurst*.

$H\ \in [\,0,1\,]$ merupakan proses Gaussian

$$W^H\ = \{\,W_t^H, t\ \in R\,\}.$$

Memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. $W_0^H = 0.$

2. $E\ [W_0^H\ ] = 0, t\ \in R.$

3. $E\ [W_t^H W_s^H] = \frac{1}{2}\left(|t|^{2\widehat{H}} + |s|^{2\widehat{H}} - \ |t-s|^{2\widehat{H}}\right).\ t, s\ \in R.$

Menurut Kusworo Adi, dkk (2010: 67) *Fractional Brownian Motion* adalah proses Gaussian dengan waktu yang kontinu dimulai dari nol pada mean nol bedasarkan fungsi Covarian. *H* adalah parameter *Hurst* yang berhubungan dengan FBM dengan bilangan real [0,1].

2.5.1 Fractional Brownian Motion di Keuangan

YanghoChoi (2008: 8) memaparkan FBM merupakan perumuman dari *Brownian Motion* dengan $H = \frac{1}{2}$ merupakan bilangan real [0,1].

$$W^H(t) = W^H(0) + \frac{1}{\Gamma(\widehat{H} + \frac{1}{2})} \int_{-\infty}^{t} K\ (\ t - s\ )d\ (\ s\ ).$$

Dimana $\Gamma(\ \alpha)$ merupakan Gamma

Menurut Maman (1990: 174) fungsi Gamma sebagai berikut :

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{(\ \alpha-1)}\, e^{-t}\, dt.$$

Dengan

$$K(\ t - s\ ) = \begin{cases} (\ t - s\ )^{\widehat{H}-\frac{1}{2}}\ jika\ 0\ \leq s\ \leq t. \\ (\ t - s\ )^{\widehat{H}-\frac{1}{2}} - (\ -s)^{\widehat{H}-\frac{1}{2}}\ jika\ s \leq 0. \end{cases}$$

Fractional Brownian Motion dengan parameter *Hurst* (H) adalah Proses Gaussian.

$$\{W_H(t)\}_{t\geq 0}.$$

$$E[W^H(\ t\ )] = 0.$$

Diasumsikan peubah pasar dari 2 *instrument:*

1. Keuangan (*finance*) dengan

$$dM(t) = r\ M\ (\ t)dt, 0\ \leq t\ \leq T, M\ (0\ ) = 1.$$

   Dimana r adalah bunga dari keuangan.

2. Stok keuangan *(stock finance)*dengan

$$dS(\ t) =\ \mu\ S\ (\ t)dt +\ \sigma S(t)dW_H(\ t), S\ (0) = s > 0.$$

   Dimana $\mu \neq 0\ dan\ s \neq 0$.

Didefinisikan

Harga Stok Keuangan dengan *Fractional Brownian Motion*:

$$S(t) = s\exp\left(\ s\ W^H(\ t) + \mu t - \frac{1}{2}s^2t^{2\hat{H}}\right), t\ \geq 0$$

Tipe nilai dari parameter *Hurst*, (H) :

1. Banyak fakta dalam kehidupan dengan H = 0,73.
2. Tepatnya *self–similarity* dari proses dengan H = 1.
3. Random murni dari proses H = 0,5.
4. Rentang secara umum digunakan antara 0,5 sampai 1.

Menurut Robert,dkk (2004: 20) *Root Mean Square Error*(RMSE) dari estimator *Hurst* sebagai berikut:

$$RSME(\widehat{H}) = \sqrt{Var(\widehat{H}) + (Bias(H, \widehat{H})^2}$$

Dengan $\left(Bias\left(H, \widehat{\widehat{H}}\right) = mean(\widehat{H} - H)\right)$

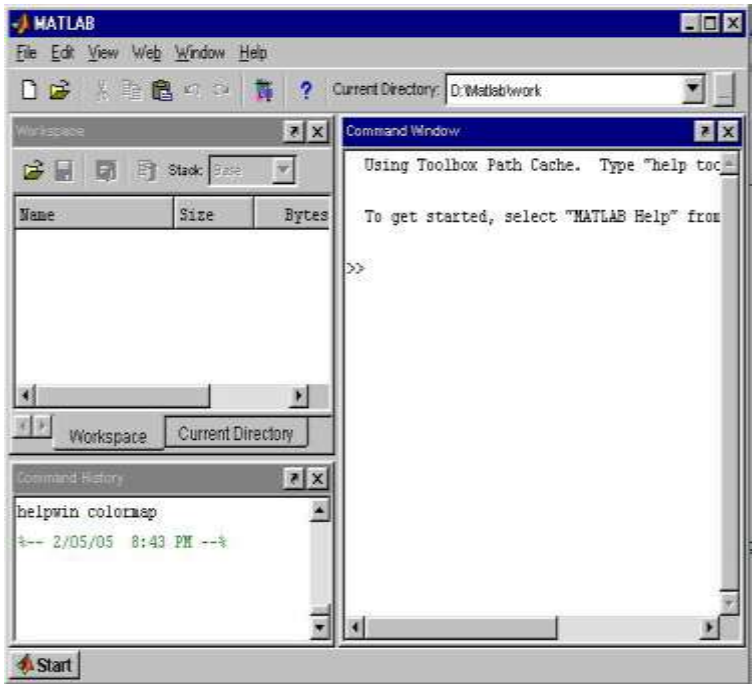
2.6 Program Matlab

Program komputer yang bisa membantu memecahkan berbagai masalah matematis yang sering ditemukan dalam bidang teknis salah satunya adalah Program MATLAB. Keunggulan dari program MATLAB yaitu kemampuanya untuk menggambarkan berbagai jenis grafik, sehingga sangat cocok untuk mendukung memprogramkan pada skripsi dengan judul Implementasi Estimasi *Fractional Brownian Motion* dengan Parameter *Hurst* pada Data Pajak Hotel. Matlab (*Matrix Laboratory)* adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numeric. Suatu bahasa pemprograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks

(M. Arhami & Anita Desiani, 2005).

Kemampuan MATLAB untuk menemukan solusi dari berbagai masalah numerik secara cepat. Mulai hal yang paling dasar,hingga yang kompleks, mencari akar-akar polinomial, interpolasi dari sejumlah data, perhitungan dengan matriks, pengolahan sinyal, dan metode numerik. Salah satu aspek yang sangat berguna dari Matlab ialah kemampuannya untuk menggambarkan berbagai jenis grafik, sehingga dapat memvisualisasikan data dan fungsi yang kompleks

(Teguh, 2005). Memulai Matlab dengan mengeksekusi ikon Matlab dilayar komputer ataupun melalui tombol start di Windows. Setelah proses *loading* program, jendela utama Matlab akan muncul seperti berikut ini.



Gambar1. Jendela utama Matlab

Setelah proses loading usai, akan muncul *command prompt* didalam *command window*:

>>*Command* date :

>>date

ans = 05-Feb-2005, *command*clc untuk membersihkan *command window*:

>>clc

Command exit atau quit.

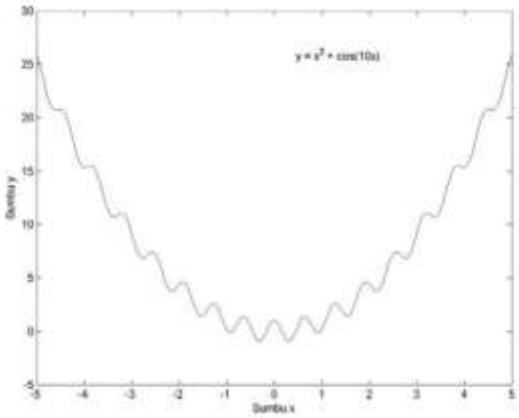
>> exit Atau... >> quit

2.7.1 Matlab dengan Grafik

Misalkan membuat grafik 2-dimensi,

>>plot(x,y)

Contoh grafik pada Matlab



Gambar2. Grafik pada MATLAB

2.7.2 Matlab dengan Perhitungan

Matlab dapat digunakan sebagai fungsi kalkulator.

command window.

>> 3+12

ans = 15

Hirarki operator mengikuti standard aljabar yang umum:

1. Operasi didalam kurung akan diselesaikan terlebih dahulu.

2. Operasi pangkat.

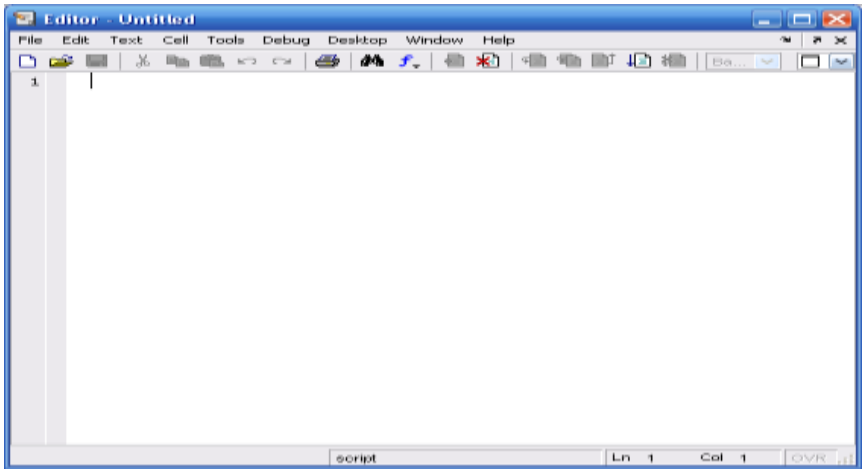
3. Operasi perkalian dan pembagian.

4. Operasi penjumlahan dan pengurangan.

2.7.2.1 M–File

Firman memaparkan (2007: 5) Didalam Matlab dapat menyimpan semua script yang akan digunakan dalam file pada Matlab dengan ekstensi.

M-File dapat dipanggil dengan memilih menu file->new->M-File.



Gambar 3. Tampilan M-File

2.7.3 Matlab Penamaan Variabel

Pemberian nama variabel mengikuti aturan berikut ini:

1. Gunakan karakter alfabet (A s/d Z, a s/d z), angka, dan garisbawah (_), sebagai nama variabel. Perlu diingat bahwa Matlab peka terhadap besar-kecilnya huruf. Misalkan : jumlah, x1, x2, S_21, H_2_in; merupakan nama variabel yang valid sinyal1, Sinyal1, SINYAL1; dianggap sebagai 3 variabel yang berbeda.
2. Jangan gunakan spasi, titik, koma, atau operator aritmatika sebagai bagian dari nama. Selain berisi bilangan, variabel juga bisa berisi teks. Dalam mendefinisikan variabel teks gunakan tanda petik tunggal.

```
>> baca_ini = ‘Contoh variabel berisi teks!’;

>> baca_ini

baca_ini = Contoh variabel berisi teks!
```

2.7.4 Matlab dengan variabel

Variabel dapat dituliskan untuk menyimpan nilai, baikberupa bilangan ataupun teks.

Contoh berikut ini untuk menciptakan variabel:

```
>> a=100

a = 100

>> b=200
```

b = 200

>> c=300;

>> d=400;

>>total=a+b+c+d

total = 1000

Untuk menghapus beberapa atau semua variable digunakan *command* clear. Misalkan untuk menghapus variabel total.

>>clear total

dan untuk menghapus semua variabel sekaligus.

>>clear

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini langkah–langkah yang dilakukan adalah merumuskan masalah, studi pustaka, penyelesaian masalah dan penarikan kesimpulan.

3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas. Sehingga akan lebih mudah untuk menentukan langkah dalam memecahkan masalah tersebut. Rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana nilai Estimator terbaik antara *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst* ?
2. Bagaimana Implementasi Estimator *Fractional Brownian Motion*dan *Brownian Motion*dengan Parameter *Hurst* dari Data Keuangan mengunakan program Matlab?

3.2 Sumber Pustaka

Penelaah sumber pustaka ini digunakan sumber pustaka yang relevan, dipergunakan untuk mengumpulkan informasi yang perlu dalam penelitian. Studi Pustaka dengan mengumpulkan sumber pustaka yang didapat berupa buku, jurnal, makalah, dan sebagainya. Setelah sumber pustaka terkumpul dilanjutkan dengan mengkaji dari sumber pustaka tersebut. Pada akhirnya sumber pustaka itu dijadikan landasan untuk menganalisis permasalahan. Sebagai sumber pendukung

pada penelitian ini antara lain digunakan buku-buku dan jurnal yang berkaitan dengan Implementasi Estimator *Fractional Brownian Motion* dengan parameter *Hurst* untuk Data Pajak Hotel, diantaranya *Fractional*, *Brownian Motion*, *Fractional Brownian Motion*, Estimator Parameter *Hurst*, Matlab, Pajak.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data hasil target pajak hotel yang dihitung dari tahun 2008–2014, yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah di kota Semarang.

3.4 Prosedur Penelitian

Dari permasalahan yang ada sehingga memunculkan prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendefinisikan distribusi normal.
2. Mendefinisikan data *time series.*
3. Mendefinisikan program MATLAB.
4. Mendefinisikan proses stokastik.
5. Mendefinisikan estimator.
6. Mendefinisikan estimator parameter *Hurst*.
7. Mendefinisikan indeks *Hurst*estimator.
8. Mendefinisikan *Brownian Motion.*
9. Mendefinisikan *Elemen Fractional.*
10. Mendefinisikan *Fractional Brownian Motion*.

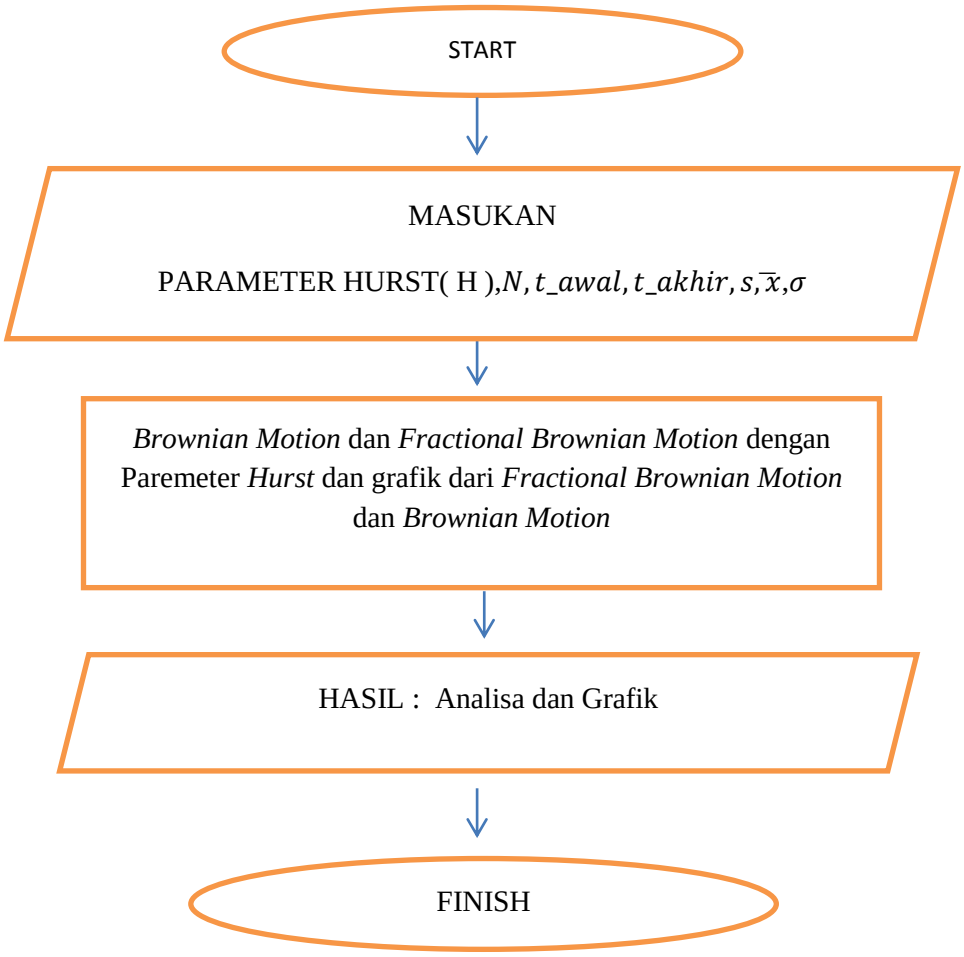
11. Mendefinisikan nilai estimator terbaik antara *Fractional Brownian Motion*dan *Brownian Motion* dengan parameter *Hurst*.
12. Mengimplementasikan Estimator *Fractional Brownian Motion* dengan Parameter *Hurst*.

3.5 Kerangka Berpikir

Data pajak hotel yang sangat memberikan dampak pada PAD sehingga perlu adanya perhitungan komputer dengan akurasi ketelitian baik. Metode yang digunakan adalah metode Brownian Motion dan Fractional Brownian Motion.Metode Fractional Brownian Motion dan Brownian Motion diharapkan mampu menjadi konstruksi untuk melihat perhitungan apakah target pajak perlu adanya peningkatan atau penurunan. Berdampak pada meningkat atau penurunan PAD. Program yang membantu dalam perhitungan adalah Matlab, karena berbagai keunggulan sehingga dapat memvisualisasikan perhitungan terkait data pajak hotel di kota Semarang.

3.6 Flowchart

Pada tahap ini dilakukan proses desain sistem *Fractional Brownian Motion*. Sistem *Fractional Brownian Motion* ini dirancang dengan menggunakan *software* Matlab.



Langkah-langkah dalam pembuatan program pada Matlab sebagai berikut:

1. Mengaktifkan jendela Matlab editor dapat dilakukan sebagai berikut:
    a. Matlab *command window*, klik pada file.
    b. Klik *new*
    c. Klik *M-file*.

    Ditampilkan ruang kerja pada *M-file*, selanjutnya diketikan program-program yang dikehendaki berdasarkan fungsi-fungsi dan aturan-aturan yang dimiliki oleh Matlab. Program dapat dilihat pada lampiran. Setelah program selesai diketikan, selanjutnya dapat disimpan dengan langkah sebagai berikut:

    a. Jendela MATLAB pada *M-file*, klik menu *file.*
    b. Klik *save as.*
    c. Ketik nama file.
    d. Klik *save.*
2. Mengeksekusi M-file dari jendela *M-file* dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:
    a. Klik menu *file.*
    b. Klik menu *open.*
    c. Telusuri letak *file* dengan klik *browse.*
    d. Klik nama*file.*
    e. Klik *open.*
    f. Klik *ok.*
    g. Klik *run* pada jendela *M-file*.

3. Menjalankan program dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Aktifkan M-file.
   b. Klik program yang akan dijalankan.
   c. Klik run.
   d. Hasil dapat dilihat pada lampiran.

   Pada hasil analisa *Fractional Brownian Motion* dan*Brownian Motion* terdapat grafik, nilai estimator, dan nilai stok keuangan. Nilai estimator yang diinputkan ke program dapat dipilih untuk menjadi nilai estimator yang terbaik. Dari hasil pengolahan data menggunakan program Matlab diperoleh persamaan stok keuangan.

3.7 Pemecahan Masalah

Pemecahan masalah dari permasalahan diatas sebagai berikut:

1. Membuat program untuk menghitung nilai Estimator *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dari Parameter *Hurst*.
2. Data diinputkan menggunakan program Matlab .
3. Melakukan simulasi dengan data yang telah disediakan.
4. Ploting hasil Matlab untuk masing–masing parameter *Hurst*.

3.8 Penarikan Kesimpulan

Penarikan Kesimpulan didasarkan pada studi pustaka dan pembahasan permasalahan. Simpulan yang diperoleh dengan cara mengestimasi data pajak hotel menggunakan metode *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion* dengan paramater *Hurst.* Simpulan ini merupakan jawaban atau pemecahan permasalahan yang telah dibahas.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Estimator terbaik adalah $H = 1$ karena memiliki error yang minimal dengan4,3866e+009 dibandingkan $H = 0{,}5$ yakni menggunakan metode *Brownian Motion* dengan nilai estimator BM = 0,8518dan FBM = 1,1018
2. Hasil *Stok Finance* dengan *Fractional Brownian Motion* menunjukan perlu adanya peningkatan target pajak hotel, karena nilai *Stok Finance*dengan5,0033e+050. Data target pajak hotel memiliki pergerakan cenderung naik dengan $lg = 100$ dapat dilihat dari grafik $H = 1$ dibandingkan $H = 0.5$ yang cenderung *fluktuatif* yang menyebabkan data target pajak hotel bisa mengalami pergerakan yang tidak stabil serta dapat membuka ruang untuk terjadi tindakan kejahatan terkait keuangan.

Dari hasil di atas dan melihat estimator serta hasil pergerakan data keuangan pajak hotel dapat diartikan bahwa target pajak diperlukan peningkatan dari target pajak hotel sebelumnya.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diambil, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Program Matlab hanya mampu lg = 900.000 sehingga perlu adanya program dengan kapasitas lebih tinggi untuk mevisualkan data pajak hotel.
2. Dalam penelitian ini hanya digunakan 2 metode yakni *Fractional Brownian Motion* dan *Brownian Motion*, pada penelitian yang akan datang perlu dikembangkan metode yang lebih kompleks atau metode lain yang memperlihatkan kondisi data pajak hotel untuk melihat pergerakan data pajak hotel.

DAFTAR PUSTAKA

Kusworo, A. dkk. 2010. *Phase Unwrapping Citra Permukaan fBm (Fractional Brownian Motion) dengan Minimisasi Energi secara Stokastik.*Bandung : Departemen Matematika.

Arhami, M. & Desiani, A. 2005.*Pemprograman*MATLAB.Yogyakarta : Andi.

Choi, Y. 2008. *Fractional Brownian Motion.*Connecticut : The Univesity of Connecticut.

Firman, A. 2007. *Dasar–dasar pemprograman* MATLAB. Dikutip dari*www.Ilmukomputer.com* [diunduh 10/9/2014].

Hirinaldi. 2005. *Prinsip – prinsip statistika.* Jakarta : Erlangga.

Karatzas, I. dkk. 1991. *GraduateTexts in Mathematic.*New York : Springer.

Brockwell, J. dkk. 2001. *Introduction to Time Series and Forecasting Second Editon.* New York : Springer.

Djauhari, M. 1990. *Statistika Matematika.* Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Mardiasmo. 2011. *Perpajakan.* Edisi Revisi 2011.Yogyakarta. : Andi.

Mishura, Y. 2008. *Stochastic Calculus for Fraktional Brownian Motion and Related Processes*. Ukraine: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Moore, M. 2002. *One Dimensional Brownian Motion.* Pyke : R.

Musa, M .dkk. 2012. *Existence of Long Memory in Ozone Time Series*. Malaysia: Sains Malaysiana.

Bishwal, J. 2008. *Parameter Estimation in Stochastic Different Equations.* Berlin: Springer.

Pierre Caubet, J. 1976. *Lecture Notes in Mathematics*. Berlin–Heidelberg : Springer–verlag.

Storer, R. Scansaroli, D. Dorbic, V . 2004. *New Estimator of the Hurst Index for Fractional Brownian Motion.* Bethlehem: Departement of Mathematic.

Strandal. 2011. *Statistika Keandalan dan Resiko*. Surabaya : ITS.

Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito.

Wei, W. 2006. *Time Series Analysis*.United States of America : Pearson Education.

Widiarsono, T. 2005. *Tutorial Praktis Belajar* MATLAB. Jakarta: Erlangga

Xiaoyang, Z.dkk. 2012. *Pricing European Currency Option in a FractionalBrownian Motion with Jumps.* China : Harbin.

Yerlikaya, F. dkk. 2013. *Estimation of Hurst Parameter of Fractional Brownian Motion using CMARS Method*.Turkey: JCAM.

Lampiran 1.

Data Target Pajak Hotel Dinas Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah di Kota Semarang.

No.	**Tahun**	**Pendapatan**
1	2008	21.250.000.000
2	2009	22.800.000.000
3	2010	23.500.000.000
4	2011	28.000.000.000
5	2012	32.000.000.000
6	2013	38.000.000.000
7	2014	39.000.000.000

Lampiran 2.

Coding Program

```
% !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! PROGRAM !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
% !!!!!!! FRACTIONAL BROWNIAN MOTION DAN BROWNIAN MOTION !!!!!!!!
% ##############################################################
% ************************************************************

% ************************************************************
% $$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
% ---------------------- INSTRUCTION USING ----------------------
% """"""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
% 1. INPUTKAN (DATA,t,N,H,lg) PADA PROGRAM DALAM RUANG INPUT.
% 2. EKSEKUSI PROGRAM DENGAN KLIK "RUN".
% 3. LIHAT HASIL PADA WORKSPACE.
% 4. JIKA INGIN HAPUS HASIL EKSEKUSI, KETIK "clc" KLIK ENTER
% Keterangan :
% (t = time, N = Banyak Data, H = Parameter Hurst[0,1], lg = gelombang)
% $$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$

%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% ------------------------ RUANG INPUT ---------------------------
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% INPUTKAN DATA PADA VARIABEL A ?
A= [ 21250000000 22800000000 23500000000 28000000000 32000000000 38000000000
39000000000 ]
% INPUTKAN t = waktu, N = banyak data ?
t_ahir=7
t_awal=0
N=7
% INPUTKAN PARAMETER HURST [0,1]?
H = 0.5
% INPUTKAN LENGHT 100<=lg<=900000 (biasa digunakan 100<=lg<=20000 karena
keterbatasan workspace) ?
lg = 100
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% ##############################################################
% -------------------------- RUANG -------------------------------
% ---------------------- HASIL ANALISA ---------------------------

Rata_Rata= mean(A)
Standart_Deviasi=std(A)

% -------------------------- RUANG -------------------------------
% ----------- SISTEM PROGRAM Fractional Brownian Motion ----------
```

```
% Mencari nilai Gamma (0.5)
y = gammaincinv(0.5,0.5)
z =14 *y

% Mencari nilai Gamma (1.5)
p=gammaincinv(0.5,1.5)
q=14*p

k=2
% Mencari delta t
t=t_ahir-t_awal
% Menghitung E[w^H_1] = a2 dengan k=2,
a=2*H
a1=t^H
r=2*q
r1=r/z
a2=a1*r1

% --------------- Menghitung Estimator H_topi --------------------
a3=log10(a2)
a4=log10(t)
a5=2*a4
a6=a3/a5
% Menghitung Gamma (H_topi+1/2)
% Ruas kiri
b=a6+0.5
p = gammaincinv(0.5,b)
b6=p*14


% --------------------- Menghitung nilai Fractional --------------
c=a6-0.5
c1=t_ahir*Standart_Deviasi
c2=c1^(c)
c3=1/b6
Fractional=c3*c2

% ------------ Menghitung nilai Fractional Brownian Motion -------
d=Standart_Deviasi*2.718
d1=Standart_Deviasi*Fractional
d2=Rata_Rata*t
d3=Standart_Deviasi^(2)
d4=2*H
d5=t^(d4)
d6=(d3*d5)/2
d7=d2-d6
d8=d*d1+d2-d6
d9=abs(d8)
d10=d9^2
Fractional_Brownian_Motion=d10

% ------------------------- Varians -----------------------------
f=var(A)
```

```
f1=2*a6
f2=f1-2
f3=f/f1
f4=1-f2
f5=f3*f4

% -------------------- Covarian(H_topi)---------------------------
e=abs(t)
e1=abs(Standart_Deviasi)
e2=abs(t-Standart_Deviasi)
e3=2*a6
e5=e^e3
e6= e1^e3
e7=e2^e3
e4=((e5)+(e6)-(e7))
e5=(e4)/2

% -------------------- Mean(H-topi - H) --------------------------
e9=((a6) - (H))
Bias_H_Htopi=e9/N

% --------------------------- RMSE -------------------------------
e11=Bias_H_Htopi^(2)
e12=f5+e11
e13=sqrt(e12)

% --------------------- HASIL ANALISA TOTAL  ---------------------
Rataan = mean(A)
Standart_deviasi = std(A)
H_topi=a6
varians_Htopi=f5
Covarian_Htopi=e5
Fractional=Fractional
Fractional_Brownian_Motion=Fractional_Brownian_Motion
Root_Mean_Square_Error=e13

% ----------- grafik Fractional Brownian Motion dengan Hurst -----
Analisa_Fractional_Brownian_Motion = wfbm(H,lg,'plot')
% ##################################################################
```

Lampiran 3.

H=1

```
A =

  1.0e+010 *

  Columns 1 through 6

    2.1250    2.2800    2.3500    2.8000    3.2000    3.8000

  Column 7

    3.9000

t_ahir =

     7

t_awal =

     0

N =

     7

H =

     1

lg =

   100

Rata_Rata =

  2.9221e+010

Standart_Deviasi =

  7.2962e+009

y =

    0.2275
```

```
z =

    3.1846

p =

    1.1830

q =

   16.5618

k =

     2

t =

     7

a =

     2

a1 =

     7

r =

   33.1236

r1 =

   10.4013

a2 =

   72.8094

a3 =

    1.8622

a4 =

    0.8451
```

```
a5 =

    1.6902

a6 =

    1.1018

b =

    1.6018

b1 =

    1.2835

b6 =

   17.9695

c =

    0.6018

c1 =

  5.1074e+010

c2 =

  2.7781e+006

c3 =

    0.0556

Fractional =

  1.5460e+005

d =

  1.9831e+010

d1 =

  1.1280e+015

d2 =

  2.0455e+011
```

```
d3 =

  5.3235e+019

d4 =

     2

d5 =

    49

d6 =

  1.3043e+021

d7 =

 -1.3043e+021

d8 =

  2.2368e+025

d9 =

  2.2368e+025

d10 =

  5.0033e+050

Fractional_Brownian_Motion =

  5.0033e+050

f =

  5.3235e+019

f1 =

    2.2035

f2 =

    0.2035

f3 =

  2.4159e+019
```

```
f4 =

    0.7965

f5 =

  1.9242e+019

e =

     7

e1 =

  7.2962e+009

e2 =

  7.2962e+009

e3 =

    2.2035

e5 =

   72.8094

e6 =

  5.4137e+021

e7 =

  5.4137e+021

e4 =

  1.1445e+013

e5 =

  5.7225e+012


e9 =

    0.1018

Bias_H_Htopi =
```

```
    0.0145

e11 =

  2.1132e-004

e12 =

  1.9242e+019

e13 =

  4.3866e+009

Rataan =

  2.9221e+010

Standart_deviasi =

  7.2962e+009

H_topi =

    1.1018

varians_Htopi =

  1.9242e+019

Covarian_Htopi =

  5.7225e+012

Fractional =

  1.5460e+005

Fractional_Brownian_Motion =

  5.0033e+050

Root_Mean_Square_Error =

  4.3866e+009

Analisa_Fractional_Brownian_Motion =

  Columns 1 through 6

         0    0.2646    0.4497    0.5201    0.5707    0.9656
```

Columns 7 through 12

1.1319 1.2487 1.5428 1.8889 2.1463 2.3487

Columns 13 through 18

2.6097 3.1357 3.5872 3.9078 4.1388 4.5176

Columns 19 through 24

4.9646 5.1646 5.2994 5.7317 5.9502 6.3905

Columns 25 through 30

6.5515 6.7707 7.1241 7.4048 7.4227 7.4552

Columns 31 through 36

7.5723 7.7246 7.6363 7.8396 7.7344 7.6275

Columns 37 through 42

7.6718 7.6645 7.7093 7.7728 7.9091 7.9367

Columns 43 through 48

7.9898 8.1371 8.3227 8.6600 9.0133 9.2478

Columns 49 through 54

9.2249 9.2789 9.5151 9.7628 10.3254 10.6994

Columns 55 through 60

11.2300 11.5898 11.7322 11.9376 12.3350 12.6304

Columns 61 through 66

12.7368 12.9875 13.1978 13.3155 13.7090 14.1010

Columns 67 through 72

14.5941 15.0834 15.6295 16.1146 16.2490 16.2965

Columns 73 through 78

16.5977 16.9917 17.3869 17.8762 18.1861 18.4253

Columns 79 through 84

18.6848 18.8247 18.9336 18.9186 19.2393 19.4771

Columns 85 through 90

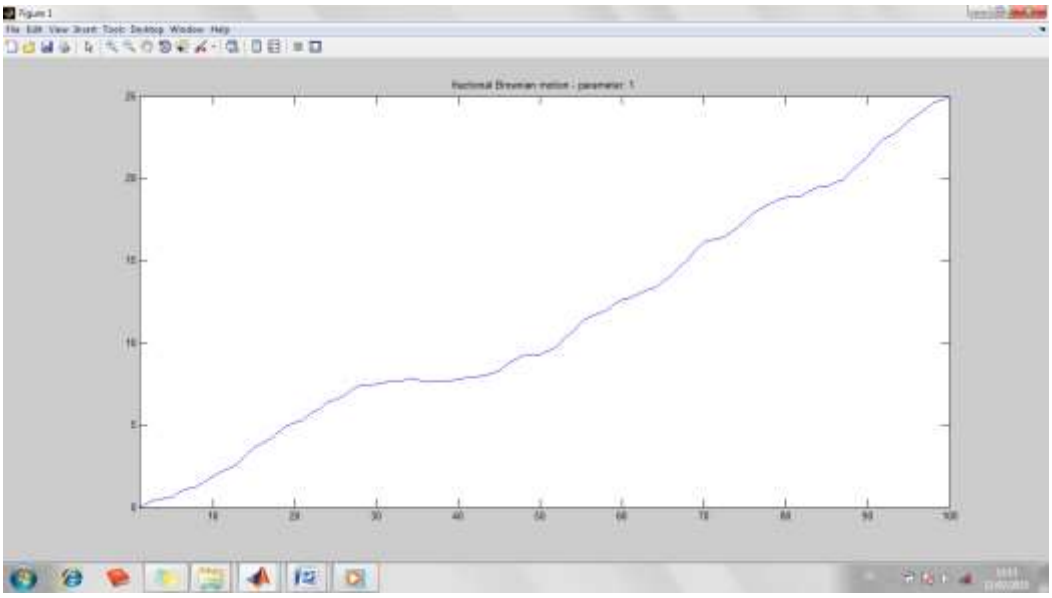
19.4902 19.7464 19.8986 20.4330 20.8654 21.3514

Columns 91 through 96

21.8981 22.4005 22.6650 22.9759 23.4935 23.8227

Columns 97 through 100

24.1460 24.6130 24.7337 24.9537



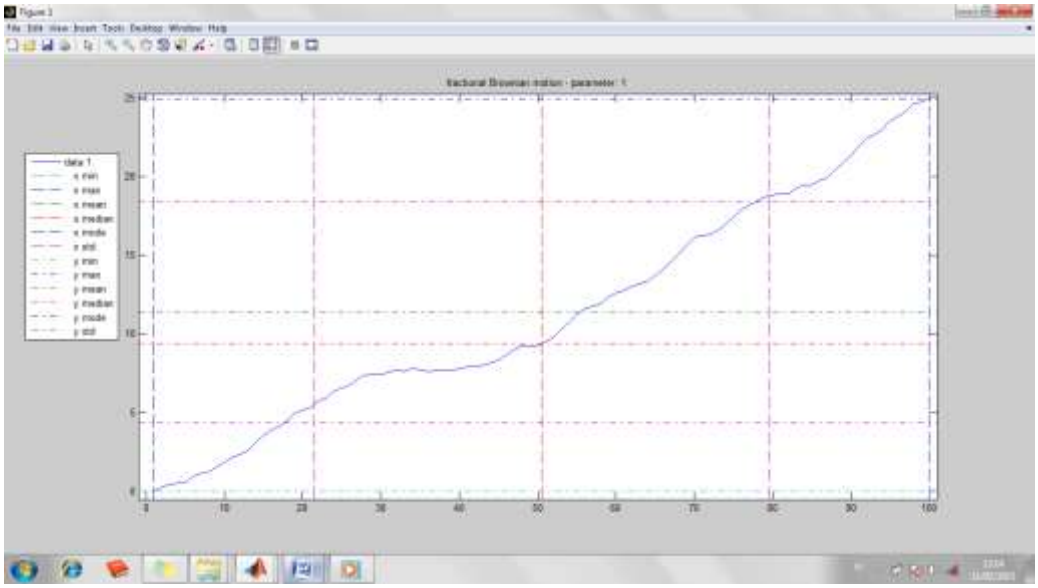


Figure 1
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
fractional Brownian motion - parameter: 1
data 1
x min
x max
x mean
x median
x mode
x std
y min
y max
y mean
y median
y mode
y std
25
20
15
10
5
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Lampiran 4.

H=0,5

```
A =

  1.0e+010 *

  Columns 1 through 6

    2.1250    2.2800    2.3500    2.8000    3.2000    3.8000

  Column 7

    3.9000

t_ahir =

     7

t_awal =

     0

N =

     7

H =

    0.5000

lg =

   100

Rata_Rata =

  2.9221e+010

Standart_Deviasi =

  7.2962e+009

y =

    0.2275
```

```
z =

    3.1846

p =

    1.1830

q =

   16.5618

k =

     2

t =

     7

a =

     1

a1 =

    2.6458

r =

   33.1236

r1 =

   10.4013

a2 =

   27.5194

a3 =

    1.4396

a4 =

    0.8451
```

```
a5 =

    1.6902

a6 =

    0.8518

b =

    1.3518

b1 =

    1.0369

b6 =

   14.5163

c =

    0.3518

c1 =

  5.1074e+010

c2 =

  5.8438e+003

c3 =

    0.0689

Fractional =

  402.5670

d =

  1.9831e+010

d1 =

  2.9372e+012
```

```
d2 =

  2.0455e+011

d3 =

  5.3235e+019

d4 =

     1

d5 =

     7

d6 =

  1.8632e+020

d7 =

 -1.8632e+020

d8 =

  5.8062e+022

d9 =

  5.8062e+022

d10 =

  3.3712e+045

Fractional_Brownian_Motion =

  3.3712e+045

f =

  5.3235e+019

f1 =

    1.7035

f2 =

   -0.2965
```

```
f3 =

  3.1250e+019

f4 =

    1.2965

f5 =

  4.0515e+019

e =

     7

e1 =

  7.2962e+009

e2 =

  7.2962e+009

e3 =

    1.7035

e5 =

   27.5194

e6 =

  6.3379e+016

e7 =

  6.3379e+016

e4 =

   103584400



e5 =
```

```
   51792200
e9 =
   0.3518
Bias_H_Htopi =
   0.0503
e11 =
   0.0025
e12 =
  4.0515e+019
e13 =
  6.3651e+009
Rataan =
  2.9221e+010
Standart_deviasi =
  7.2962e+009
H_topi =
   0.8518
varians_Htopi =
  4.0515e+019
Covarian_Htopi =
   51792200
Fractional =
  402.5670


Fractional_Brownian_Motion =
```

```
  3.3712e+045

Root_Mean_Square_Error =

  6.3651e+009

Analisa_Fractional_Brownian_Motion =

  Columns 1 through 6

         0   -0.3071   -0.8158   -0.2503   -0.6908   -0.4083

  Columns 7 through 12

   -0.9021   -1.2869   -1.2027   -1.0908   -0.6993   -0.6459

  Columns 13 through 18

   -0.6376   -1.0003   -1.6588   -1.7613   -2.1473   -1.1057

  Columns 19 through 24

   -1.0955   -0.8896   -0.7625   -0.6007   -0.7907   -1.2410

  Columns 25 through 30

   -0.9867   -0.4169   -0.7464   -0.3903   -0.7172   -1.2504

  Columns 31 through 36

   -1.3330   -1.8184   -1.8434   -1.5723   -2.1491   -2.5360

  Columns 37 through 42

   -2.9879   -3.4418   -3.4531   -4.2867   -4.7446   -4.1792

  Columns 43 through 48

   -4.1788   -4.5987   -5.0711   -5.5927   -6.0068   -5.8349

  Columns 49 through 54

   -6.3653   -6.0294   -5.9174   -5.6882   -5.8814   -5.9367

  Columns 55 through 60

   -5.7429   -5.8208   -5.9761   -5.1865   -5.0903   -5.4174


  Columns 61 through 66
```

-5.5766 -5.4299 -5.5592 -6.3744 -6.6037 -6.8474

Columns 67 through 72

-6.2480 -7.0482 -6.8880 -6.6263 -6.5326 -6.5480

Columns 73 through 78

-6.8122 -5.8737 -5.7638 -5.6983 -5.6094 -5.6615

Columns 79 through 84

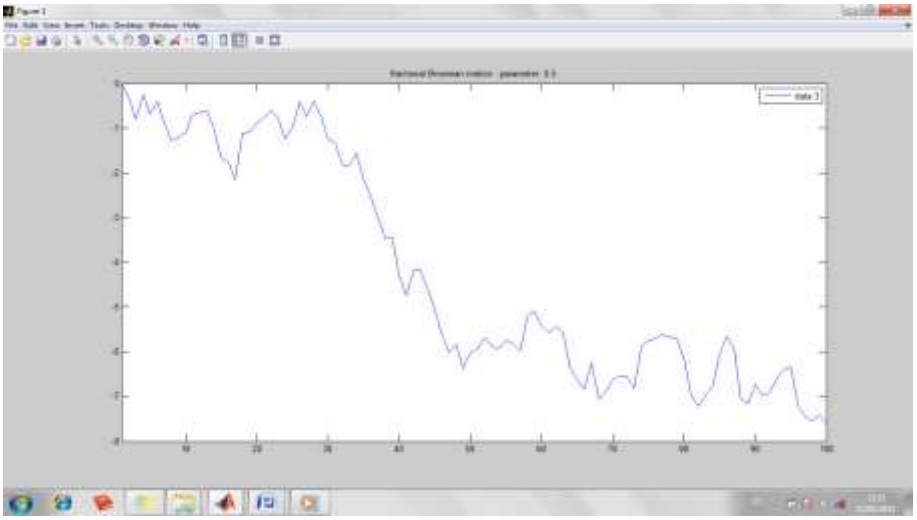
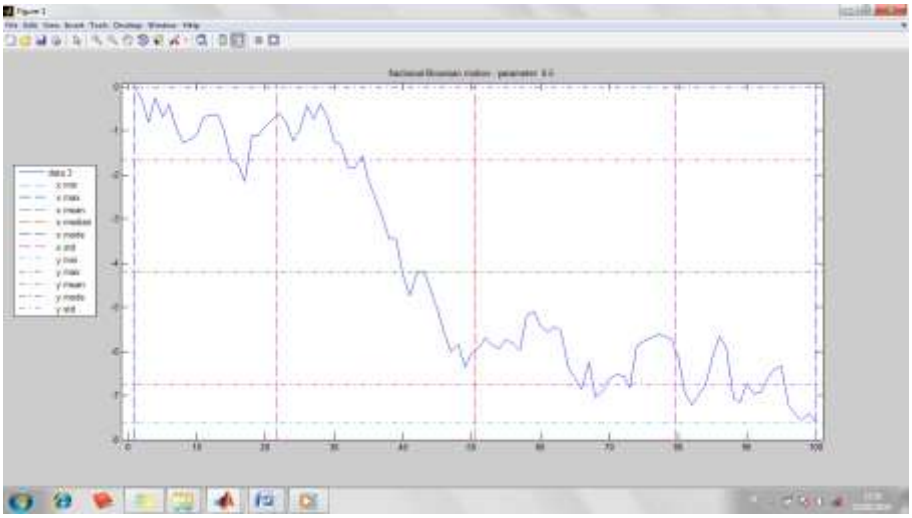
-5.7168 -6.1633 -6.9567 -7.2135 -6.9763 -6.7517

Columns 85 through 90

-6.0765 -5.6599 -5.9212 -7.0613 -7.1530 -6.7219

Columns 91 through 96

-6.9759 -6.9186 -6.6022 -6.3972 -6.3350 -7.2225

Columns 97 through 100

-7.4251 -7.5504 -7.4110 -7.6043