

Bidang Fokus/Unggulan : Ketahanan Pangan
Fakultas: MIPA

LAPORAN AKHIR
RISET DASAR UNGGULAN UNSRAT



**MODEL VOLATILITAS HARGA KOMODITAS
KOPRA, PALA DAN CENGKEH DI SULAWESI UTARA
MENGUNAKAN MODEL GSTAR-GARCH**

Ketua/Anggota Tim

Dr. Drs. NELSON NAINGGOLAN, M.Si. (0009036701)
Dr. Ir. HANNY A. H. KOMALIG, M.Si. (0006036803)
TOHAP MANURUNG, S.Si, M.Si. (0024127902)

UNIVERSITAS SAM RATULANGI
SEPTEMBER 2019

Dibiayai oleh:
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Sam Ratulangi
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi
Nomor: SP DIPA - 042.01.2.400959/2019 tanggal 5 Desember 2018



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SAM RATULANGI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat : Kampus UNSRAT Manado

Telp : (0431) 827560, Fax: (0431) 827560

Email : ippm@unsrat.ac.id Laman : <http://ippm.unsrat.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
RDUJ

Judul Kegiatan : MODEL VOLATILITAS HARGA KOMODITAS KOPRA, PALA DAN CENGKEH DI SULAWESI
UTARA MENGGUNAKAN MODEL GSTAR-GARCH

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : NELSON NAINGGOLAN
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP/NIK : 196703061966031001
NIDN : 0009036701
Jab. Fungsional : Lektor Kepala
Unit Kerja : Matematika
Nomor HP :
Alamat Email : n-nelson@unsrat.ac.id
Usulan Biaya : 40.000.000
Biaya Maksimum : 39.000.000
Lama Penelitian : 6 bulan

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : HANNY ANDREA HUIBERT KOMALIG
NIP : 196803061992031002
NIDN : 0006036803
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : TOHAP MANURUNG
NIP : 197912242006041003
NIDN : 0024127902
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mengetahui
Dekan FMSA-UNSRAT

Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc.
NIP. 196606041995121001

Menyetujui
Ketua IPPM Universitas Sam Ratulangi

Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, M.Si
NIP. 195901181966031002

Manado, 15 Oktober 2019

Ketua Peneliti

NELSON NAINGGOLAN
NIP. 196703061966031001

RINGKASAN

Pada penelitian ini dianalisis model time series Generalisasi Space Time Autoregresi (GSTAR) dengan asumsi variansi berubah setiap waktu (tidak konstan), yang dikenal dengan istilah *heteroskedastik*. Pola variansi heteroskedastik yang digunakan mengikuti model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) univariat. Oleh karena itu model yang digunakan dalam penelitian ini dinamakan model GSTAR-GARCH. Penelitian ini penting dilakukan karena dalam era global dengan perkembangan Iptek yang sangat cepat maka situasi nyata yang dihadapi cenderung menunjukkan pola volatilitas yang senantiasa berubah-ubah (tidak konstan). Pada umumnya fenomena dilapangan terutama yang berkaitan dengan data harga riil merupakan time series dengan pola heteroskedastik (Lo, 2003), (Zivot, 2006). Penelitian ini mengembangkan model Generalisasi space time autoregresi (GSTAR) dengan galat berbentuk GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity). Model yang diperoleh merupakan modifikasi dari model GSTAR dengan galat univariat GARCH. Pada penelitian ini, pertama-tama diuraikan rumus-rumus model yang akan digunakan untuk menganalisis data. Kemudian dilakukan pengumpulan data dan disusun program-program menggunakan Software **S-Plus8** atau program **R2.13.0** untuk penaksiran parameter dan analisis-analisis statistika. Oleh karena itu akan disusun algoritma dan program penaksiran parameter menggunakan metode algoritma. Metodologi yang digunakan adalah metodologi tiga tahap Box-Jenkins yaitu identifikasi, penaksiran parameter dan diagnostik model sehingga diperoleh model prediksi dan volatilitas yang cocok/sesuai untuk data. Data yang diperoleh menunjukkan pola data heteroskedastik, sehingga cocok untuk menganalisis volatilitas harga-harga kopra pala dan cengkeh. Selanjutnya, dengan menggunakan model GSTAR yang diperoleh model GSTAR orde satu. Output atau luaran dari penelitian ini adalah paper yang sudah dipresentasikan pada konferensi internasional: The 4th International conference on Operations Research (ICOR) pada tanggal 19 September 2019 di Manado.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Berkat-Nya penulis dapat melaksanakan penelitian yang berjudul “**Model Volatilitas Harga Komoditas Kopra, Pala dan Cengkeh di Sulawesi Utara Menggunakan Model GSTAR-GARCH**”. Penelitian ini dilaksanakan satu tahun saja yaitu tahun 2019. Hibah Penelitian ini merupakan salah satu hasil kompetisi internal Unsrat dengan dana PNBPN UNSRAT pada Skim Penelitian Riset Dasar Unggulan Unsrat (RDUU) 2019.

Dalam melaksanakan penelitian ini, peneliti menghadapi banyak tantangan serta rintangan tetapi oleh kerjasama tim pelaksana solusi diperoleh. Dana penelitian cair pada tanggal 8 Mei 2018, namun penelitian dilaksanakan mulai diumumkan bahwa penelitian ini sudah disetujui yaitu sekitar akhir bulan April 2019.

Oleh karena itu kami berterimakasih kepada : Pemerintah Republik Indonesia melalui melalui Universitas Sam Ratulangi atas bantuan dana penelitian, Rektor atas persetujuan pendanaannya, demikian juga kepada Dekan MIPA USRAT Prof. Dr. Benny Pinontoan, MSc atas bantuan untuk selalu member ijin kami melakukan penelitian. Ketua LPPM dan jajarannya juga kami berterima kasih atas segala bantuannya.

Demikianlah laporan ini kami buat, kirannya dapat bermanfaat. Atasnya kami ucapkan terimakasih.

Ketua Pelaksana

(Dr. Nelson Nainggolan, MSi)

NIP: 196703091996031001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	9
BAB 4. METODE PENELITIAN	9
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	11
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	14
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN-LAMPIRAN	16

BAB 1. PENDAHULUAN

Analisis volatilitas harga sangat diperlukan oleh para pelaku ekonomi karena hasil analisisnya dapat digunakan untuk pengambilan keputusan terkait masalah risiko usaha. Sebagaimana dikemukakan sebelumnya, harga komoditas pertanian mempunyai volatilitas yang sangat tinggi. Dampak yang timbul dari data yang volatilitasnya tinggi adalah peubah galat memiliki varian yang tidak konstan. Oleh karena itu, metode lain untuk memodelkan perilaku data dengan volatilitas tinggi dapat menggunakan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) (Engle, 2004).

Salah satu penerapan dari model time series adalah kemampuan untuk memprediksi (memprakirakan) nilai-nilai time series untuk waktu-waktu yang akan datang. Pemodelan time series dalam memprediksi nilai-nilai dari proses untuk periode ke depan adalah berdasarkan pada historis observasi. Hoistoris ini disebut himpunan informasi yan tersedia hingga waktu t . Berdasarkan pada historis time series waktu t , maka yang akan diprediksi adalah nilai yang akan datang.

Model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) diperkenalkan oleh Engle (1982) yang merupakan suatu model *time series* yang dapat mengakomodasi sifat heteroskedastik. Proses ARCH adalah proses dengan rata-rata (*mean*) nol, tak berkorelasi, variansi bersyarat (*conditional*) pada waktu lampau tidak konstan, sedangkan variansi tak-bersyarat (*unconditional*) adalah konstan. Kemudian Bollerslev (1986) mengembangkan model ARCH menjadi model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) (Engle, 1982), (Bollerslev, 1986). Engle (1982) telah berhasil melakukan penelitian tentang perkiraan varians dari inflasi United Kingdom dengan menggunakan model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH).

Perkembangan model time series selanjutnya adalah model time series yang melibatkan lokasi-waktu (*space time*). Misalnya data cuaca bumi, disamping tergantung waktu juga tergantung pada lokasi. Cliff-Ord (1975) mengembangkan model *space-time* yang dinamakan dengan model *Space Time Autoregressive* (STAR). Pada model STAR, pengamatan dinyatakan sebagai kombinasi linier dari pengamatan sebelumnya yang telah diboboti dan galat yang saling bebas dan berdistribusi identik (i.i.d.). Asumsi pada model STAR adalah bahwa parameter autoregressive dan juga parameter *space time* bernilai sama untuk setiap lokasi pengamatan, sehingga model STAR hanya berlaku untuk karakteristik

lokasi yang homogen. Selanjutnya Ruchjana (2002) memperluas model STAR menjadi model *Generalisasi Space Time Autoregressive* (GSTAR), dengan asumsi bahwa parameter autoregressive maupun parameter space time berbeda untuk setiap lokasi, sehingga model tersebut berlaku untuk karakteristik lokasi yang heterogen.

Model-model time series yang telah dijelaskan, semua model tersebut menggunakan asumsi bahwa galat mempunyai variansi konstan (sama) atau dengan kata lain *homokedastik*. Akan tetapi, penerapan model time series pada bidang ekonometrik terutama yang berkaitan dengan data finansial menunjukkan bahwa periode dengan volatilitas besar atau kecil terjadi dalam kelompok (Engle, 1982). Artinya data tersebut memiliki pola variansi bersyarat tidak konstan (*heteroskedastik*). Apabila pada suatu data terdapat pola heteroskedastik maka model prediksi dengan asumsi variansi konstan akan memberikan hasil yang tidak akurat³ jadinya perdagangan bebas, perubahan iklim global dan bencana alam yang frekuensinya cenderung meningkat telah menimbulkan kekhawatiran akan dampaknya berupa kenaikan harga, dampak gejala sosial maupun keamanan dan ketertiban masyarakat. Dengan demikian, dalam fenomena nyata sering ditemukan suatu situasi yang memiliki varian tidak konstan untuk setiap waktu. Oleh karena itu, dikembangkan suatu model time series sehingga dapat memodelkan fenomena dengan variansi tidak konstan (Nainggolan, 2011).

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melihat secara kasat mata bagaimana pola fenomena data di lapangan yang berhubungan dengan lokasi-waktu. Hal ini dapat dilakukan melalui plot data dan membandingkannya dengan pola dari grafik fungsi ACF maupun PACF data tersebut. Kemudian akan dikaji identifikasi model, penaksiran parameter model dan diagnostik model. Dalam penaksiran parameter, akan disusun algoritma dan dibuat pemrograman penaksiran parameter dengan menggunakan bahasa **S-Plus** dan **R**.

- Permasalahan Penelitian

Permasalahan dalam penelitian ini adalah: Bagaimana merumuskan model space time GSTAR dengan galat GARCH sebagai pengembangan dari model GSTAR dengan asumsi variansi galat heteroskedastik dan bagaimana penerapannya dalam memprediksi harga dan volatilitas untuk komoditas kopra, pala dan cengkeh?

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model STAR dan GSTAR

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering berhadapan dengan data time series dan analisis time series yang sudah kita kenal adalah model Box-Jenkins yang dikembangkan sejak 1962. Selain data time series kita juga berhadapan dengan data yang bergantung dengan lokasi yang disebut data spasial.

Gabungan data time series untuk $t = 1, 2, \dots, T$, dengan data spasial di lokasi s_1, s_2, \dots, s_m , membentuk pengamatan geografis dengan s menyatakan posisi lokasi di daerah D dalam ruang dimensi-2. Model autoregressive orde-1 yang dipadukan dengan spasial lag-1 dinamakan model *Space Time Autoregressive* orde-1, ditulis model **STAR**(1;1).

Dengan mengikuti model AR, maka Cliff dan Ord (1975) mengusulkan model STAR. Model ini menganggap bahwa pengamatan sekarang merupakan kombinasi linier dari pengamatan sebelumnya yang diberi bobot ditambah error sekarang, yang dituliskan sebagai berikut:

$$\mathbf{Z}_t = \sum_{k=1}^p \sum_{l=0}^{\lambda_k} \phi_{kl} \mathbf{W}^{(l)} \mathbf{Z}_{t-k} + \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

dimana: $\mathbf{Z}_t = (Z_{1,t}, \dots, Z_{m,t})'$ adalah vektor pengamatan pada m lokasi dengan $E[\mathbf{Z}(t)] = \mathbf{0}$. Notasi ϕ_{kl} menyatakan parameter *autoregressive* pada lag waktu k dan lag spasial l , dan $\mathbf{W}^{(l)}$ menyatakan matriks bobot lag spasial l . Selanjutnya $\boldsymbol{\varepsilon}(t) = (\varepsilon_1(t), \dots, \varepsilon_m(t))'$ menyatakan vektor error pada saat t , berdistribusi identik normal (i.i.d.) dengan rata-rata $\mathbf{0}$ dan matriks kovariansi konstan. Bidang-bidang yang menggunakan model ini diantaranya model produksi minyak bumi (Ruchjana, 2002).

Kemudian, Ruchjana (2002) memperluas model STAR menjadi model GSTAR yaitu :

$$\mathbf{Z}_t = \sum_{k=1}^p \sum_{l=0}^{\lambda_k} \Phi_{kl} \mathbf{W}^{(l)} \mathbf{Z}_{t-k} + \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

dimana : Φ_{kl} disebut parameter *autoregressive* pada lag waktu k dan lag spasial l . Sebagai contoh, model GSTAR (1;1) untuk N -lokasi adalah berbentuk :

$$\begin{pmatrix} Z_{1,t} \\ \vdots \\ Z_{N,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_{10}^{(1)} & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & \phi_{10}^{(N)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_{1,t-1} \\ \vdots \\ Z_{N,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \phi_{11}^{(1)} & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & \phi_{11}^{(N)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_{11}^{(1)} & \cdots & w_{1N}^{(1)} \\ \vdots & & \vdots \\ w_{N1}^{(1)} & \cdots & w_{NN}^{(1)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_{1,t-1} \\ \vdots \\ Z_{N,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{N,t} \end{pmatrix}$$

dan model GSTAR(1,1) untuk 2 lokasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} Z_1(t) \\ Z_2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_{10}^{(1)} & 0 \\ 0 & \phi_{10}^{(2)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_1(t-1) \\ Z_2(t-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \phi_{11}^{(1)} & 0 \\ 0 & \phi_{11}^{(2)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_{11}^{(1)} & w_{12}^{(1)} \\ w_{21}^{(1)} & w_{22}^{(1)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_1(t-1) \\ Z_2(t-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1(t) \\ e_2(t) \end{pmatrix}.$$

2.2 Model ARCH dan GARCH

Anggap bahwa Z_1, Z_2, \dots, Z_T merupakan observasi time series and let F_t adalah himpunan informasi dari X_t hingga waktu t , termasuk X_t untuk $t \leq 0$. Proses $\{Z_t\}$ dikatakan sebagai model Autoregressive Conditional Heteroscedasticity orde q , disingkat ARCH(q), jika memenuhi:

$$Z_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q Z_{t-q}^2$$

dengan $q > 0$, $\alpha_0 > 0$, dan $\alpha_i \geq 0$, untuk $i = 1, 2, \dots, q$.

Selanjutnya model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity orde (p, q) disingkat GARCH(p, q), jika memenuhi :

$$Z_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q Z_{t-q}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \dots + \beta_p h_{t-p}$$

dengan $q > 0$, $\alpha_0 > 0$, dan $\alpha_i \geq 0$, untuk $i = 1, 2, \dots, q$,

dan $\beta_j \geq 0$, untuk $j = 1, 2, \dots, p$.

Model GARCH yang paling sederhana dan yang sering digunakan dalam penerapan adalah model GARCH(1,1), yaitu:

$$Z_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t),$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

dimana: $\alpha_0 > 0$, and $\alpha_1 \geq 0$, $\beta_1 \geq 0$.

Dengan melakukan substitusi h_{t-1} ke dalam persamaan secara berturut-turut, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} h_t &= \alpha_0 + \alpha_1 Z_{t-1}^2 + \beta_1 (\alpha_0 + \alpha_1 Z_{t-2}^2 + \beta_1 h_{t-2}) \\ &\vdots \\ &= \alpha_0 \sum_{j=1}^k \beta_1^{j-1} + \alpha_1 \sum_{j=1}^k \beta_1^{j-1} Z_{t-j}^2 + \beta_1^k h_{t-k} \end{aligned}$$

Dalam hal ini dapat dilihat bahwa untuk memperoleh variansi X_t hingga, maka diperlukan syarat: $\alpha_1 + \beta_1 < 1$. Dengan demikian untuk $k \rightarrow \infty$, maka h_t menjadi:

$$h_t = \frac{\alpha_0}{1 - \beta_1} + \alpha_1 \sum_{j=1}^{\infty} \beta_1^{j-1} Z_{t-j}^2$$

Hal bersesuaian dengan bentuk model ARCH orde tak hingga, ARCH(∞). Hasil membuktikan bahwa jika dibandingkan dengan model ARCH(q), maka model GARCH(1,1) akan memberikan penyederhanaan dari model ARCH(q).

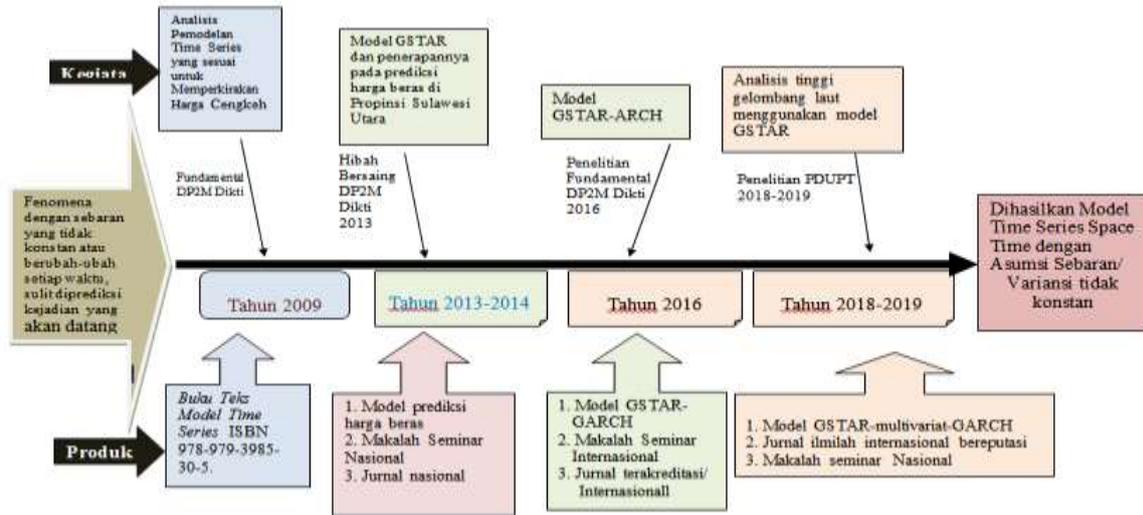
Selanjutnya, diberikan road map penelitian yang sudah dilakukan dan yang akan dilakukan pada tahun 2018-2019 (Gambar 1). Pada tahun 2016, telah disetujui penelitian fundamental selama satu tahun dengan dana dari Ristek Dikti, dengan topik: “Pengembangan model GSTAR-GARCH”, namun bagian galat (*error*) merupakan model GARCH univariat. Pada penelitian tahun 2018-2019 yang direncanakan melibatkan galat dengan bentuk GARCH multivariat.

2.3 Volatilitas Harga

Analisis volatilitas harga sangat diperlukan oleh para pelaku ekonomi karena hasil analisisnya dapat digunakan untuk pengambilan keputusan terkait masalah risiko usaha. Sebagaimana dikemukakan sebelumnya, harga komoditas pertanian mempunyai volatilitas yang sangat tinggi. Dampak yang timbul dari data yang volatilitasnya tinggi adalah peubah galat memiliki varians yang tidak konstan.

Untuk meningkatkan efektivitas kebijakan dan program stabilisasi harga pangan dibutuhkan informasi yang lengkap mengenai perilaku harga komoditas yang bersangkutan.

Karena konsep volatilitas berkaitan erat dengan risiko dan ketidakpastian yang dihadapi dalam pengambilan keputusan. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu harga eceran komoditas kopra, pala dan cengkeh periode 2014-2018.



Gambar 1. Road map penelitian yang sudah dilakukan dan akan dilaksanakan sampai tahun 2019

2.4 Cengkeh, Pala dan Kopra

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sumber penghasilan terbesar penduduk di Sulawesi Utara. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder untuk memprediksi harga komoditas cengkeh, pala dan kopra di Kota Manado. Demikian sejarah singkat dari data yang akan diteliti.

2.4.1 Cengkeh

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) termasuk dalam family Myrtaceae. Tumbuhan ini merupakan tanaman yang termasuk dalam kategori rempah-rempah dan pemanfaatannya bisa juga sebagai bahan obat. Asal dari tanaman ini masih dalam perdebatan di antara para ahli botani, ada yang mengatakan bahwa tanaman ini berasal dari Maluku Utara, Kepulauan Maluku, Philipina dan Irian. Tanaman ini berbentuk pohon, tingginya dapat mencapai 20-30 m, dan hidup tanaman cengkeh dapat berumur lebih dari 100 tahun.

Tajuk tanaman cengkeh umumnya berbentuk kerucut, piramida, atau piramida ganda, dengan batang utama menjulang ke atas. Cabang-cabangnya amat banyak dan rapat,

pertumbuhannya agak mendatar dengan ukuran yang relative kecil jika dibandingkan batang utamanya. Daunnya kaku berwarna hijau atau hijau kemerahan, dan berbentuk elips dengan kedua ujung runcing.

Tanaman cengkeh tumbuh dan berproduksi pada dataran rendah, sedangkan pada dataran tinggi tanaman cengkeh sangat lambat bahkan tidak akan berproduksi sama sekali. Tumbuhan cengkeh akan tumbuh dengan baik apabila cukup air dan mendapat sinar matahari langsung. Pada lahan Indonesia, cengkeh cocok ditanam di daerah dataran rendah dekat pantai maupun di pegunungan pada ketinggian 900 meter di atas permukaan laut.

2.4.2 Pala

Pala (*Myristica fragans houtt*) merupakan tanaman buah berupa pohon tinggi asli Indonesia yang berasal dari Banda dan Maluku. Tanaman pala menyebar ke Pulau Jawa pada saat perjalanan Marcopollo ke Tiongkok yang melewati pulau Jawa pada tahun 1271 sampai 1295, sekarang pembudidayaan tanaman pala terus meluas sampai Sumatera (Hatta, 1993). Tanaman pala selain dimanfaatkan sebagai rempah-rempah, pala juga berfungsi sebagai tanaman penghasil minyak atsiri yang banyak digunakan dalam industri pengalengan, minuman dan kosmetik. Tanaman pala membutuhkan iklim panas dengan curah hujan yang tinggi dan merata/tidak banyak berubah sepanjang tahun.

2.4.3 Kopra

Kopra adalah daging buah kelapa yang sudah dikeringkan dengan pengasapan, panas matahari, atau dengan panas buatan. Kopra dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa dengan cara kering. Semakin baik cara pembuatan kopra, maka minyak yang dihasilkan akan semakin baik pula, kopra yang menghasilkan minyak yang jernih biasanya pembuatannya adalah dengan menggunakan cahaya matahari langsung karena kopra yang dihasilkan masih berwarna putih bersih, namun cara ini terkendala beberapa faktor yaitu ketidak efisienan lama waktu pengeringan yang dibutuhkan serta panas matahari yang kurang jika musim penghujan, kopra yang dikeringkan dengan pengasapan biasanya menguning dan tidak bersih. Kelapa yang masih basah biasanya mengandung kurang lebih 50% air dan 30% minyak, namun setelah dijadikan kopra oleh petani-petani kelapa pada umumnya maka kadar airnya antara 15-22%, setelah itu kopra yang sudah kering betul mengandung kurang lebih 2-3% zat-zat mineral sehingga kopra yang sudah seperti ini layak untuk disimpan dalam suhu ruangan tertentu. Kadar ini merupakan faktor utama untuk menentukan mutu kopra selanjutnya

mempengaruhi jumlah minyak dan kualitas minyak yang dihasilkan. Kopra sendiri merupakan bahan yang mudah dirusak oleh berbagai organisme baik sewaktu masih dapat diproses pengolahan maupun dalam penyimpanan, kerusakan terutama terjadi bila kadar air dalam kopra melebihi kadar air semestinya.

2.5 Prosedur Tahapan dalam Box-Jenkins

Pada umumnya, terdapat tiga tahapan dasar dalam proses pemodelan time series (Box-Jenkins, 1976). Tiga tahapan tersebut adalah identifikasi, penaksiran parameter dan uji diagnostik.

a. Tahap Identifikasi

Tahapan ini adalah menentukan model peramalan yang tampaknya cocok dengan data deret waktu yang dipelajari. Data observasi digunakan untuk membangun fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial (PACF). Fungsi-fungsi autokorelasi (ACF dan PACF) yang dihasilkan dari data observasi diperbandingkan dengan teori fungsi-fungsi autokorelasi, kemudian pilih model yang paling sesuai dengan data asli. Dengan demikian model peramalan sementara telah diidentifikasi. Salah satu cara memilih model ARIMA yang cocok dengan pola data pengamatan adalah dengan membandingkan nilai Akaike's Information Criterion (AIC). Model semakin sesuai jika memiliki nilai AIC terendah (Weiss, 1984). Nilai AIC dari model-model yang berbeda dapat dibandingkan tetapi banyaknya data pengamatan harus sama. Dengan kata lain, nilai m adalah sama dari model-model yang akan dibandingkan.

b Penaksiran Parameter

Setelah mengidentifikasi model, tahapan kedua adalah menaksir nilai parameter-parameter dalam model yang telah diidentifikasi. Penaksiran nilai parameter yang baik ditentukan setelah model sementara menghasilkan jumlah kuadrat kesalahan terkecil. Perlu diperhatikan bahwa model yang dibatasi kestasioneran atau *invertible*, model tersebut perlu mencapai kekonvergenan.

c. Uji Diagnostik

Dengan menggunakan model sementara yang dianggap paling cocok, nilai kesalahan dipelajari untuk menentukan kelayakan penaksiran nilai parameter. Model peramalan yang baik akan menghasilkan nilai kesalahan yang terdistribusi random dengan rata-rata nol dan variansi yang tetap.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

- Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah merumuskan model GSTAR dengan galat GARCH dan menerapkannya dalam memprediksi harga dan volatilitas untuk komoditas kopra, pala dan cengkeh.

3

- Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini akan dikembangkan model time series yang melibatkan lokasi dan waktu dengan fenomena heterogen serta asumsi galat yang heteroskedastik. Studi kasus yang diteliti adalah harga beberapa komoditas Provinsi Sulawesi Utara yaitu kopra, pala dan cengkeh. Dengan mengetahui prediksi harga dan volatilitas, maka hal-hal yang berhubungan dengan produksi dan ketersediaan pasar dapat direncanakan dengan baik sehingga gejolak harga dapat diatasi. Hal ini tentu berkontribusi terhadap renstra Unsrat yaitu ketahanan pangan.

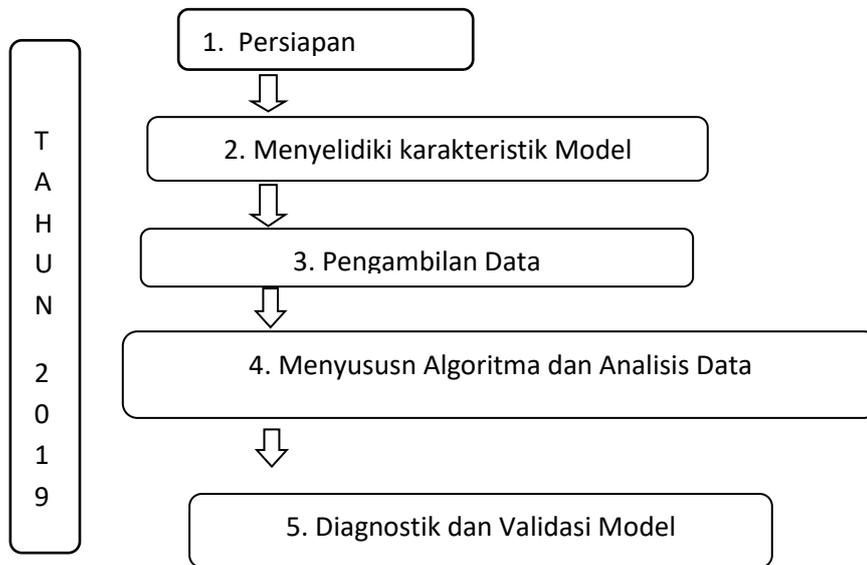
BAB 4. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Komputer Jurusan Matematika FMIPA UNSRAT Manado, Kantor BPS Sulawesi Utara dan Disperindag/BULOG sebagai tempat untuk mengambil data. Penelitian tahun pertama dilaksanakan sekitar Juni 2019 sampai Nopember 2019.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu perangkat computer, software SPlus, Printer, buku-buku, jurnal dan alat tulis menulis lainnya.

DESAIN PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama satu tahun, dan dirancang sedemikian rupa agar hasil yang diharapkan dapat tercapai. Adapun disain yang dilakukan adalah sebagai berikut (Gambar 2).



Gambar 2. Bagan Tahapan Penelitian Pada Tahun 2018-2019.

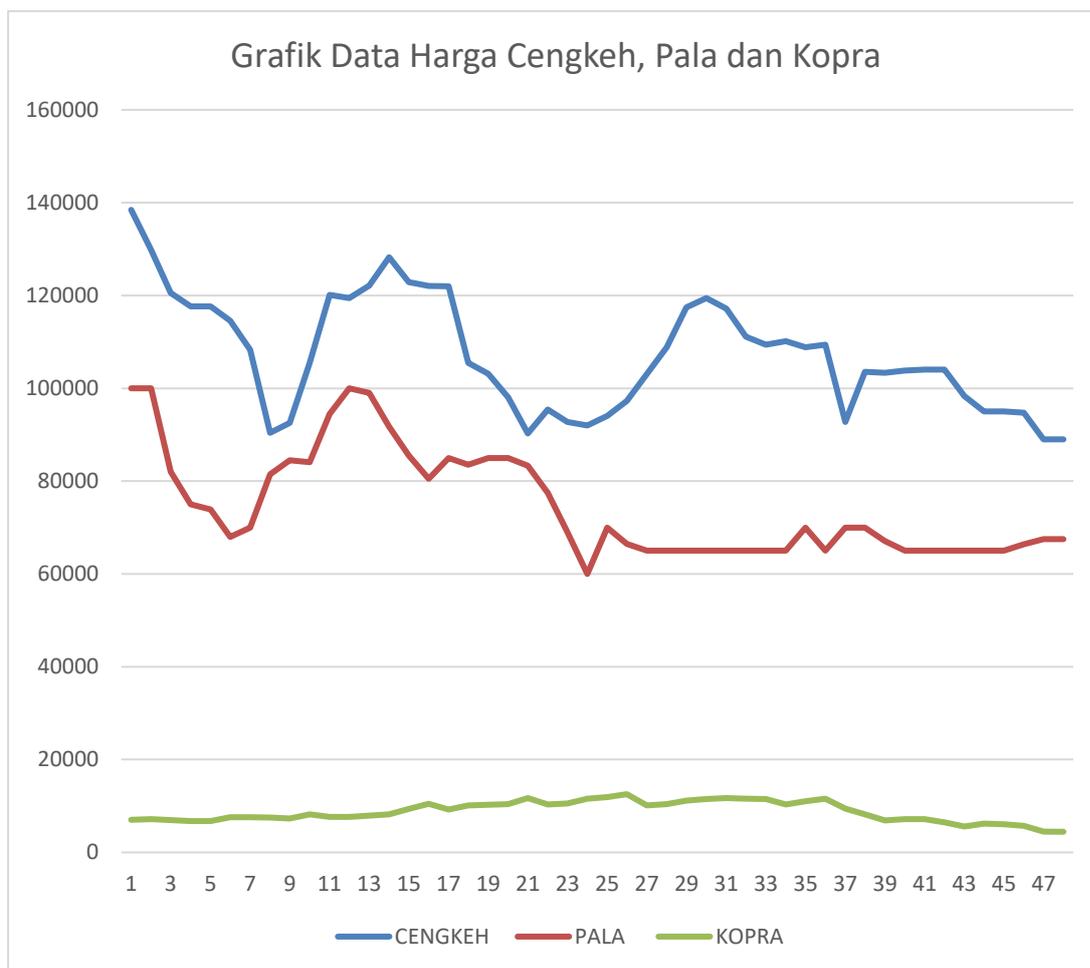
Adapun langkah-langkah atau prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan dan mempelajari jurnal-jurnal dan buku-buku tentang model-model time series yang diperlukan.
2. Menyelidiki karakteristik model.
3. Prosedur Analisis Data adalah sebagai berikut :
 - Mengumpulkan Data
 - Memplot data, melihat secara kasat mata apakah data stasioner atau tidak
 - Menganalisis dan membandingkan data yang memiliki variansi konstan (homoskedastik) dan variansi tidak konstan (heteroskedastik).
 - Merumuskan model GSTAR-GARCH.
 - Menentukan prosedur identifikasi, penaksiran parameter dan diagnostik model.
 - Menyusun algoritma dan program penaksiran parameter dengan bahasa pemrograman S-Plus dan R.
 - Diagnostik dan Validasi model

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Data Penelitian

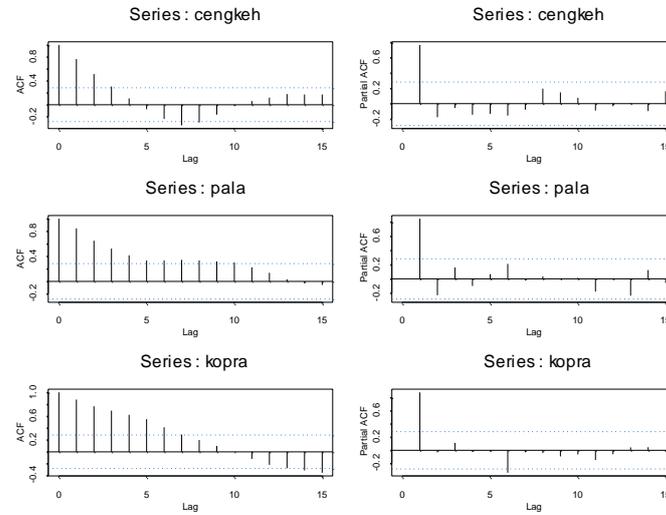
Data pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil pada kantor Disperindag Provinsi Sulawesi Utara. Data yang diambil merupakan data bulanan selama 4 tahun yaitu harga komoditas Cengkeh, Pala dan Kopra, masing-masing sebanyak 48 data, dari Januari 2015 sampai dengan Desember 2018. Data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 2. Grafik data harga-harga Cengkeh, Pala dan Kopra dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Data Harga Bulanan Komoditas Cengkeh, Pala dan Kopra, Januari 2015 sampai dengan Desember 2018.

5.2. Identifikasi Model

Identifikasi model GSTAR dapat dilakukan dengan melihat pola ACF dan PACF dari data. Pola ACF dan PACF untuk data harga-harga Cengkeh, Pala dan Kopra, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola ACF dan PACF Data Harga Komoditas Cengkeh, Pala dan Kopra.

Dari pola ACF dan PACF dapat dilihat bahwa pola PACF cut of pada lag-1, sedangkan pola ACF membentuk eksponensial menurun. Oleh karena itu, data tersebut memenuhi untuk dimodelkan dalam model GSTAR orde satu.

5.2. Model GSTAR(1,1) Cengkeh, Pala dan Kopra

Misalkan Y_1 , Y_2 dan Y_3 merupakan harga harga komoditas berturut-turut cengkeh, pala dan kopra. Aplikasi model GSTAR(1,1) untuk tiga lokasi pada harga-harga komoditas tersebut adalah

$$Y_1(t) = 0,7443 Y_1(t - 1) + 0,2469 (0,5Y_2(t - 1) + 0,5Y_3(t - 1))$$

$$Y_2(t) = 0,8615 Y_2(t - 1) - 0,0349 (0,5Y_1(t - 1) + 0,5Y_3(t - 1))$$

$$Y_3(t) = 0,9693 Y_2(t - 1) - 0,0185 (0,5Y_1(t - 1) + 0,5Y_2(t - 1))$$

atau

$$Y_1(t) = 0,7443 Y_1(t - 1) + 0,1234Y_2(t - 1) + 0,51234(t - 1)$$

$$Y_2(t) = 0,8615 Y_2(t - 1) - 0,0174 Y_1(t - 1) + 0,0174Y_3(t - 1)$$

$$Y_3(t) = 0,9693 Y_2(t - 1) - 0,0092 Y_1(t - 1) + 0,0092Y_2(t - 1)$$

Harga komoditas cengkeh dipengaruhi oleh harga pala dan kopra, harga komoditas pala dipengaruhi oleh harga cengkeh dan kopra, harga komoditas kopra dipengaruhi oleh harga pala dan cengkeh.

Analisis data harga komoditas Sulut: cengkeh, pala, kopra

```
## Model multivariat GARCH

cengkeh= SDF12[,1];
pala = SDF12[,2];
kopra = SDF12[,3];

par(mfrow=c(2,2))
ts.plot(cengkeh);
ts.plot(pala);
ts.plot(kopra);

# unitroot(cengkeh);unitroot(pala);unitroot(kopra);

d.cengkeh=diff(cengkeh)
d.pala=diff(pala)
d.kopra=diff(kopra)

par(mfrow=c(2,2))
ts.plot(d.cengkeh);
ts.plot(d.pala);
ts.plot(d.kopra);

unitroot(d.cengkeh); unitroot(d.pala); unitroot(d.kopra);

par(mfrow=c(3,2))
tmp = acf (cengkeh, lag=15);
tmp = acf (cengkeh, lag=15, type="partial");
tmp = acf (pala, lag=15);
tmp = acf (pala, lag=15, type="partial");
tmp = acf (kopra, lag=15);
tmp = acf (kopra, lag=15, type="partial");

par(mfrow=c(3,2))
tmp = acf (d.cengkeh, lag=15);
tmp = acf (d.cengkeh, lag=15, type="partial");
tmp = acf (d.pala, lag=15);
tmp = acf (d.pala, lag=15, type="partial");
tmp = acf (d.kopra, lag=15);
tmp = acf (d.kopra, lag=15, type="partial");

>archTest(cengkeh,lag.n=12)
archTest(pala,lag.n=12)
archTest(kopra,lag.n=12)
# p.value: ; ;

> par(mfrow=c(2,2))
hist(cengkeh)
hist(pala)
hist(kopra)

class(cengkeh); ###numeric

cabai.ts = timeSeries(cabai)
bawang.ts = timeSeries(bawang)
tomat.ts = timeSeries(tomat)
ayam.ts = timeSeries(ayam)
class(cabai.ts);

>ca.ba = seriesMerge(cabai.ts,bawang.ts);
tmp = acf(ca.ba^2)
tmp = acf(ca.ba^2, type="partial")

> ca.ba.dvec = mgarch(ca.ba~1, ~dvec(1,1), trace=F)
ca.ba.dvec;
```

```

ca.ba.bekk = mgarch(ca.ba~1, ~bekk(1,1), trace=F)
ca.ba.bekk;

> ca.ba.ccc = mgarch(ca.ba~1, ~ccc(1,1), trace=F)
ca.ba.ccc;

##Penaksiran parameter model GSTAR(1,1)

z1=cengkeh;
z2=pala;
z3=kopra;
summaryStats(z1);summaryStats(z2);summaryStats(z3);

dz1=z1-mean(z1);
dz2=z2-mean(z2);
dz3=z3-mean(z3);

nol.47= rep(0,47)

dz1.1=dz1[-1];
dz2.1=dz2[-1];
dz3.1=dz3[-1];

dz1.a=dz1[-48];
dz2.a=dz2[-48];
dz3.a=dz3[-48];

v1=0.5*dz2.a+0.5*dz3.a;
v2=0.5*dz1.a+0.5*dz3.a;
v3=0.5*dz1.a+0.5*dz2.a;

Y.gab = matrix(c(dz1.1,dz2.1,dz3.1), ncol=1);
X.gab = matrix(c(dz1.a,nol.47,nol.47,nol.47,dz2.a, nol.47,nol.47,nol.47,
dz3.a, v1, nol.47,nol.47,nol.47, v2,nol.47,nol.47,nol.47, v3 ),
ncol=6);
C12=t(X.gab)%*%X.gab
C12.inv = solve(C12)
Parm12 = C12.inv%*%t(X.gab)%*%Y.gab

Parm12
      [,1]
[1,] 0.74432197
[2,] 0.86147831
[3,] 0.96926639
[4,] 0.24688253
[5,] -0.03490950
[6,] 0.01845853

```

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Volatilitas harga komoditas cengkeh dipengaruhi oleh harga pala dan kopra, volatilitas harga komoditas pala dipengaruhi oleh harga cengkeh dan kopra, demikian juga volatilitas harga komoditas kopra dipengaruhi oleh harga pala dan cengkeh.

DAFTAR PUSTAKA

- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, **31**, 307-327.
- Box, G.E.P., and Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis : Forecasting and Control*. Rev Edition. Holden-Day Inc. San Francisco.
- Cliff, A.D, and Ord, J. (1975). Space-Time modeling with an placation to regional forecasting. *Trans. Inst. British Geographers*, **66**, 119-128
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica* **50**, 987 – 1008.
- Hamilton, J.D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press. New Jersey.
- Lo, M.S. (2003). *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Models*. Master Thesis. Simon Fraser University.
- Greene, W.H. (2002). *Econometric Analysis*, 4th Ed., USA: Pantice Hall.
- Ling, S., and McAleer, M., (2003). Asymptotic Theory For a Vector ARMA-GARCH Model. *Econometric Theory*, **19**, 280-310.
- Nainggolan, N., B. Nurani, R., S. Darwis, R. E. Siregar. (2010). GSTAR Models With ARCH Errors and The Simulations. *Proceeding of The Third International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) 2010*. Bandung, 23-25 November 2010. p.1075-1084.
- Nainggolan, N. (2011). *Pengembangan Model GSTAR dengan Galat ARCH dan Penerapannya pada Inflasi*. (Disertasi) Universitas Padjadjaran.
- Nainggolan, N. (2014). Penaksiran Parameter Model Generalisasi Space Time Autoregresi Asumsi Heteroskedastik. *Prosiding Nasional Matematika (KNM) XVII*. Surabaya, 11-14 Juni 2014. p.1349-1353.
- Nurhayati, N. (2010). *Analisis Model Generalized STAR(1;1) dengan Galat Berkorelasi Spasial*. (Disertasi) Institut Teknologi Bandung.
- Ruchjana, B.N. (2002). *Suatu Model Generalisasi Space-Time Autoregresi dan Penerapannya pada Produksi Minyak Bumi*. (Disertasi) Institut Teknologi Bandung.
- Wei, W.W.S. (1990). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Models*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. USA, 1990.
- Weiss, A. A. (1984). ARMA Models with ARCH Errors. *Journal of Time Series Analysis* **5**(2), 129-143.
- Zivot, E. and Wang, J. 2006. *Modelling Financial Time Series with S-PLUS. Second Edition*. USA: Springer Science + Business Media, Inc.

Lampiran

Lampiran 1. Sertifikat sebagai Pemakalah pada: International conference on Operations Research (ICOR), pada tanggal 19 September 2019.



Lampiran 2. Data Harga Bulanan Komoditas Cengkeh, Pala dan Kopra.

	CENGKEH	PALA	KOPRA
JANUARI 2015	138458	100000	7021
FEBRUARI	129826	100000	7157
MARET	120542	82000	6942
APRIL	117667	75000	6750
MEI	117667	73875	6770
JUNI	114591	67955	7573
JULI	108300	70000	7590
AGUSTUS	90400	81500	7510
SEPTEMBER	92550	84500	7320
OKTOBER	105500	84063	8188
NOVEMBER	120150	94500	7675
DESEMBER	119425	100000	7675
JANUARI 2016	122150	99000	7940
FEBRUARI	128250	91750	8220
MARET	122850	85500	9400
APRIL	122050	80500	10503
MEI	121975	85000	9230
JUNI	105500	83500	10115
JULI	103125	85000	10269
AGUSTUS	98075	85000	10385
SEPTEMBER	90250	83333	11722
OKTOBER	95450	77500	10310
NOVEMBER	92725	69000	10515
DESEMBER	92000	60000	11600
JANUARI 2017	94050	70000	11925
FEBRUARI	97286	66500	12550
MARET	103092	65000	10110
APRIL	108875	65000	10366
MEI	117438	65000	11139
JUNI	119444	65000	11517
JULI	117200	65000	11710
AGUSTUS	111143	65000	11590
SEPTEMBER	109421	65000	11532
OKTOBER	110167	65000	10300
NOVEMBER	108818	70000	11000
DESEMBER	109400	65000	11540
JANUARI 2018	92727	70000	9409
FEBRUARI	103524	70000	8214
MARET	103368	67105	6905
APRIL	103800	65000	7160

MEI	104000	65000	7200
JUNI	104000	65000	6450
JULI	98300	65000	5616
AGUSTUS	95000	65000	6190
SEPTEMBER	95000	65000	6032
OKTOBER	94739	66413	5717
NOVEMBER	89000	67500	4467
DESEMBER	89000	67500	4450

Lampiran 3. Surat Tugas

 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Alamat : Kampus UNSRAT Manado
Telp. (0431) 827560, Fax. (0431) 827560
Email : lpptv@unsrat.ac.id Laman : <http://lpptv.unsrat.ac.id>

SURAT TUGAS
Nomor : 1637 /UN12.13/LT/2019

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan ini menugaskan kepada :

1. Nama : NELSON NAINGGOLAN (Ketua)
NIP : 196703091996031001
Pangkat Gol : Pembina / IVa
Jabatan : Lektor Kepala
2. Nama : HANNY ANDREA HUIBERT KOMALIG (Anggota)
NIP : 196803061992031002
Pangkat Gol : Penata / IIIc
Jabatan : Lektor
3. Nama : TOHAP MANURUNG (Anggota)
NIP : 197912242006041003
Pangkat Gol : Penata / IIIc
Jabatan : Lektor

Untuk melaksanakan Penelitian Skim RISET DASAR UNGGULAN UNSRAT, yang di dani oleh dana Institusi tahun 2019 dengan judul : "MODEL VOLATILITAS HARGA KOMODITAS KOPRA, PALA DAN CENGKEH DI SULAWESI UTARA MENGGUNAKAN MODEL GSTAR-GARCH".

Demikian surat tugas ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Manado, 3 Mei 2019
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat

Prof. Dr. Charles T. Kaunang, M.Si
NIP : 195910181986031002