

TUGAS KELOMPOK
ANALISIS DERET WAKTU NON LINIER
Analisis ARCH/GARCH

“Studi Kasus Data Harga Minyak Mentah Dunia Bulan Februari 1986 - Februari 2016”



Oleh :

Rauzan Sumara	135090501111014
Fairuz Shofinda	135090501111049
Kadek Laras	

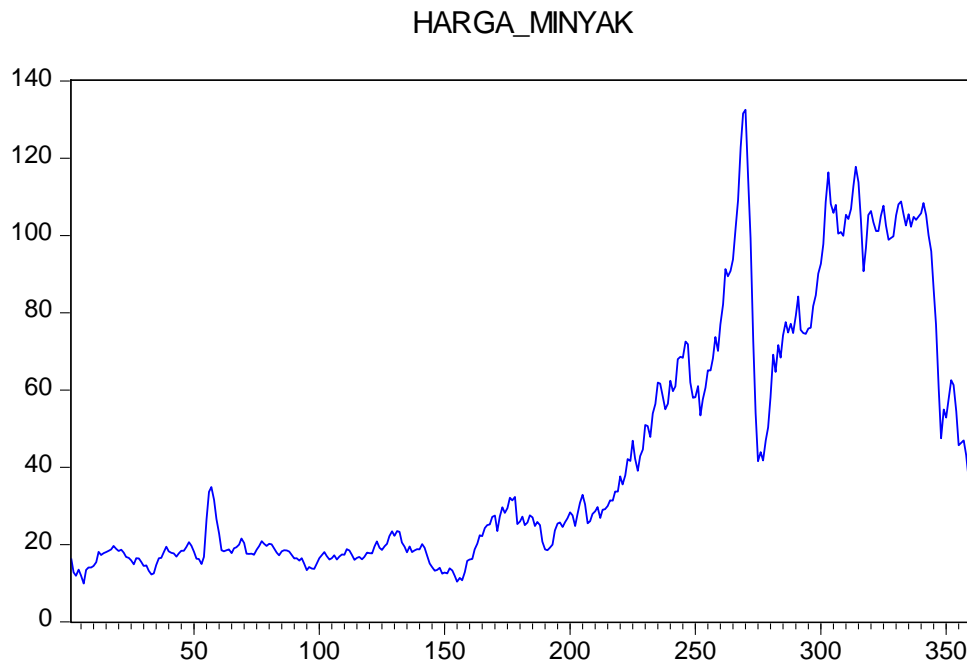
PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

Studi Kasus

Data yang digunakan untuk tugas analisis deret waktu non linier adalah data mengenai harga minyak mentah dunia mulai bulan Februari 1986 sampai Februari 2016 (Satuan dolar AS per Barrel). Data (*terlampir*) diambil dari <http://www.indexmundi.com/commodities/>

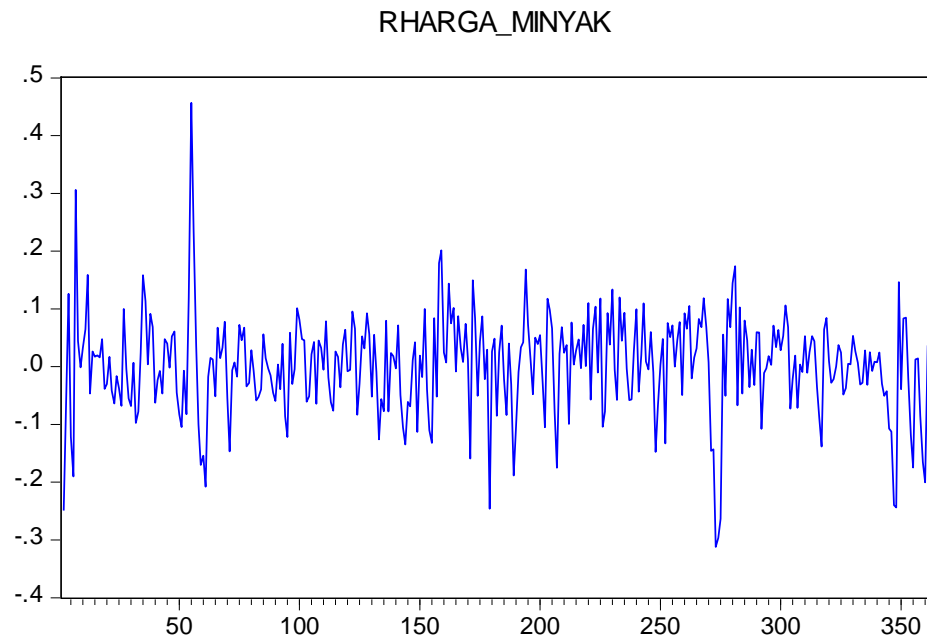
Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah plot data harga minyak mentah dunia dari bulan Februari 1986 – Februari 2016

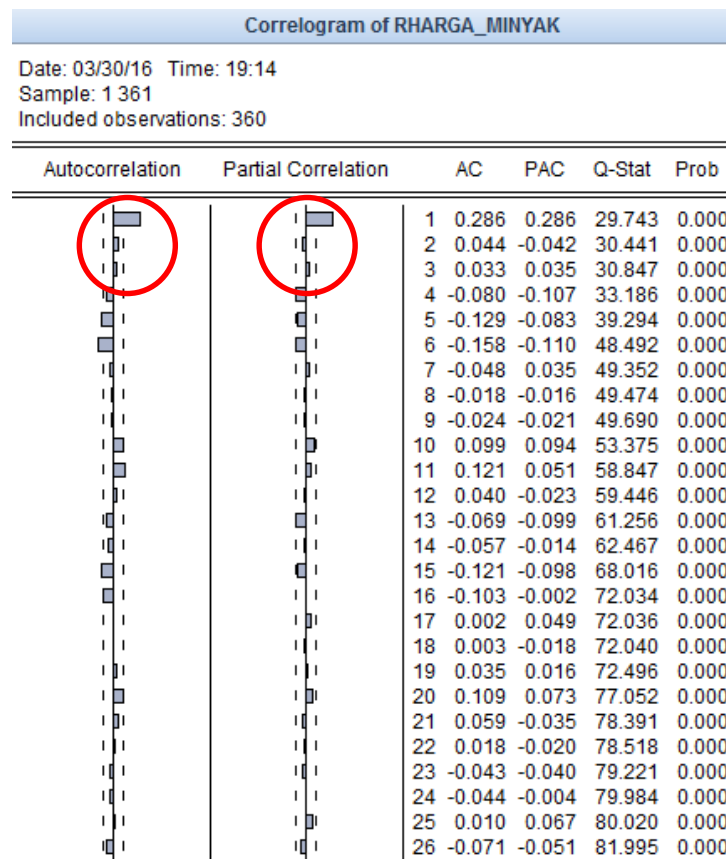


Berdasarkan plot data diatas terlihat bahwa harga minyak mentah dunia berfluktuasi sepanjang waktu semakin lama semakin tinggi dan dari tahun 2008 – 2009 terjadi penurunan harga, lalu kembali meningkat dan mengalami penurunan harga sekitar tahun 2014. Karena data harga minyak mentah dunia memiliki volatilitas yang tinggi, maka akan dimodelkan dengan model ARCH/GARCH.

Selanjutnya akan dibentuk data return dengan rumus $R_t = \ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})$, berikut plot data return harga minyak mentah dunia dari bulan Februari 1986 – Februari 2016.



Dari plot data return harga harga minyak mentah dunia dari bulan Februari 1986 – Februari 2016 terlihat bahwa data sudah stasioner terhadap rata-rata karena berada disekitar nol (0), sedangkan ragam terlihat belum stasioner. Selanjutnya dilakukan identifikasi model ARIMA dari data return dengan menampilkan korelogram sebagai berikut



Berdasarkan korelogram dapat dilihat bahwa plot ACF dan PACF nyata pada lag pertama sehingga didapatkan orde AR(1) dan MA(1). Dengan begitu didapatkan model tentatif ARMA(1,1), AR(1), dan MA(1). Selanjutnya akan dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai signifikansi dari masing-masing parameter, nilai AIC, dan SBC.

Dependent Variable: RHARGA_MINYAK
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 03/30/16 Time: 19:20
Sample: 2 361
Included observations: 360
Convergence achieved after 33 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Model ARMA(1,1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.085606	0.145467	0.588492	0.5566
MA(1)	0.223800	0.154709	1.446585	0.1489
SIGMASQ	0.006940	0.000369	18.80686	0.0000
R-squared	0.086206	Mean dependent var		0.001776
Adjusted R-squared	0.081087	S.D. dependent var		0.087271
S.E. of regression	0.083658	Akaike info criterion		-2.115593
Sum squared resid	2.498520	Schwarz criterion		-2.083209
Log likelihood	383.8068	Hannan-Quinn criter.		-2.102717
Durbin-Watson stat	1.987325			
Inverted AR Roots	.09			
Inverted MA Roots	-.22			

Dependent Variable: RHARGA_MINYAK
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 03/30/16 Time: 18:54
Sample: 2 361
Included observations: 360
Convergence achieved after 19 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Model AR(1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.292640	0.035992	8.130693	0.0000
SIGMASQ	0.006959	0.000352	19.78290	0.0000
R-squared	0.083751	Mean dependent var		0.001776
Adjusted R-squared	0.081191	S.D. dependent var		0.087271
S.E. of regression	0.083653	Akaike info criterion		-2.118485
Sum squared resid	2.505234	Schwarz criterion		-2.096896
Log likelihood	383.3273	Hannan-Quinn criter.		-2.109901
Durbin-Watson stat	1.960737			
Inverted AR Roots	.29			

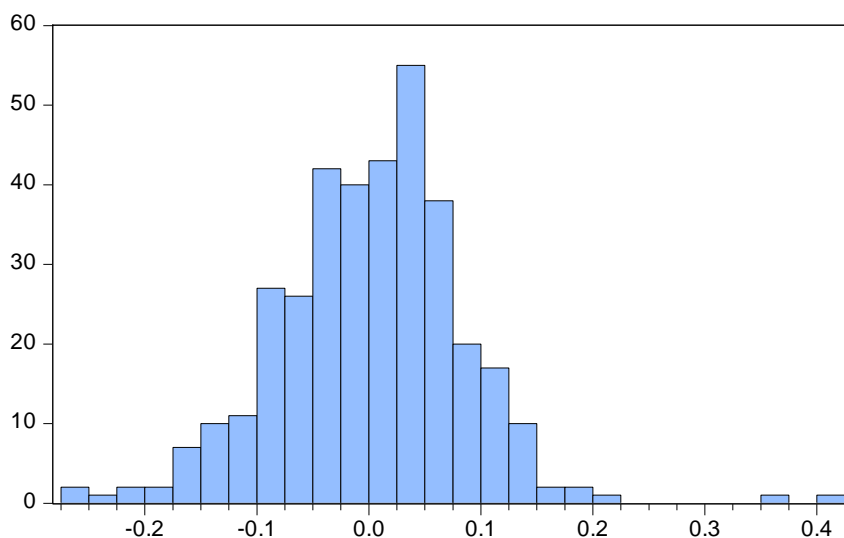
Dependent Variable: RHARGA_MINYAK
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 03/30/16 Time: 18:55
Sample: 2 361
Included observations: 360
Convergence achieved after 14 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Model MA(1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	0.305497	0.041271	7.402210	0.0000
SIGMASQ	0.006943	0.000367	18.92970	0.0000
R-squared	0.085878	Mean dependent var		0.001776
Adjusted R-squared	0.083325	S.D. dependent var		0.087271
S.E. of regression	0.083556	Akaike info criterion		-2.120787
Sum squared resid	2.499415	Schwarz criterion		-2.099197
Log likelihood	383.7416	Hannan-Quinn criter.		-2.112202
Durbin-Watson stat	1.976355			
Inverted MA Roots	-.31			

Model	P-Value	Keterangan	AIC	SBC
ARMA(1,1)	AR 0.5566	Tidak Signifikan	-2.115593	-2.083209
	MA 0.1489	Tidak Signifikan		
AR(1)	0.000 *	Signifikan	-2.118485	-2.096896
MA(1)	0.000 *	Signifikan	-2.120787	-2.099197

Berdasarkan pertimbangan signifikansi parameter, nilai AIC, dan SBC terkecil maka didapat model terbaik adalah AR(1) sebagai model untuk mean \hat{Z}_t pada model ARCH/GARCH. Dilanjutkan dengan uji diagnostik model



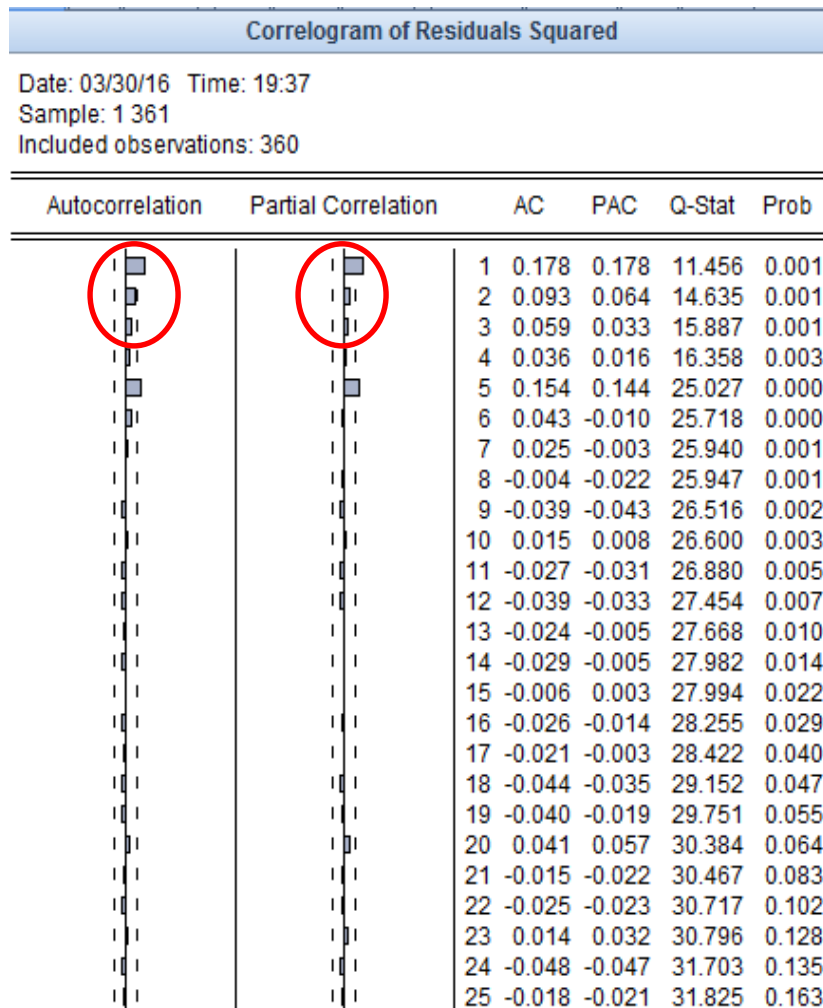
Series: Residuals	
Sample 2 361	
Observations 360	
Mean	0.001317
Median	0.007189
Maximum	0.421972
Minimum	-0.269952
Std. Dev.	0.083526
Skewness	0.233925
Kurtosis	5.386650
Jarque-Bera	88.72470
Probability	0.000000

H_0 : Sisaan menyebar secara normal
 H_1 : Sisaan tidak menyebar secara normal

$\alpha = 5\%$

Kesimpulan: Karena $p\text{-value}$ (0.000) < α , maka H_0 ditolak yang berarti bahwa sisaan model AR(1) tidak menyebar secara normal.

Karena galat tidak menyebar secara normal, maka dilanjutkan dengan menguji apakah terdapat efek ARCH/GARCH dari plot ACF dan PACF sisaan kuadrat



Dari korelogram sisaan kuadrat diatas dapat dilihat bahwa plot ACF dan PACF sisaan kuadrat nyata pada lag satu, sehingga kemungkinan terdapat efek ARCH/GARCH pada lag satu. Untuk lebih meyakinkan dapat digunakan uji ARCH LM yaitu sebagai berikut :

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	3.538032	Prob. F(4,351)	0.0076
Obs*R-squared	13.79742	Prob. Chi-Square(4)	0.0080

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 03/30/16 Time: 19:39

Sample (adjusted): 6 361

Included observations: 356 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004964	0.000962	5.159943	0.0000
RESID^2(-1)	0.174205	0.053289	3.269059	0.0012
RESID^2(-2)	0.050007	0.054101	0.924330	0.3559
RESID^2(-3)	0.020932	0.053991	0.387689	0.6985
RESID^2(-4)	0.017383	0.052390	0.331795	0.7402
R-squared	0.038757	Mean dependent var	0.006747	
Adjusted R-squared	0.027802	S.D. dependent var	0.014402	
S.E. of regression	0.014201	Akaike info criterion	-5.657125	
Sum squared resid	0.070781	Schwarz criterion	-5.602702	
Log likelihood	1011.968	Hannan-Quinn criter.	-5.635477	
F-statistic	3.538032	Durbin-Watson stat	2.008321	
Prob(F-statistic)	0.007576			

H_0 : Tidak terdapat unsur ARCH/GARCH $\alpha = 5\%$

H_1 : Terdapat unsur ARCH/GARCH

$$LM = TR^2 = 361(0,038757) = 13,99 \quad \lambda_{0,025(4)} = 11,14$$

Kesimpulan: Karena statistik uji $LM > \lambda_{0,025(4)}$ maka H_0 ditolak. Berdasarkan uji *Lagrange-Multiplier Engle* dapat disimpulkan bahwa terdapat unsur ARCH/GARCH pada lag pertama.

Karena asumsi normalitas sisaan tidak terpenuhi, hal ini mengakibatkan pendugaan parameter menggunakan Maximum Likelihood kurang tepat digunakan, sehingga pada kasus ini akan digunakan *Bollerslev-Wooldridge Heteroscedasticity Consistent Covariance Matrix* atau biasa dikenal dengan Quasi Maximum Likelihood (QML). Metode ini merupakan penduga yang konsisten tapi tidak dengan varian terendah. Karena sudah terbukti terdapat unsur ARCH/GARCH, selanjutnya dilakukan pembentukan model GARCH (1,1).

- Pendugaan parameter menggunakan *Maximum Likelihood Estimator* (MLE)

Dependent Variable: RHARGA_MINYAK
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 03/30/16 Time: 19:44
Sample (adjusted): 2 361
Included observations: 360 after adjustments
Convergence achieved after 34 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.246182	0.057923	4.250156	0.0000

Variance Equation

C	0.000894	0.000446	2.003150	0.0452
RESID(-1)^2	0.290809	0.053748	5.410617	0.0000
GARCH(-1)	0.599055	0.080031	7.485303	0.0000

R-squared	0.081566	Mean dependent var	0.001776
Adjusted R-squared	0.081566	S.D. dependent var	0.087271
S.E. of regression	0.083636	Akaike info criterion	-2.252942
Sum squared resid	2.511208	Schwarz criterion	-2.209763
Log likelihood	409.5296	Hannan-Quinn criter.	-2.235773
Durbin-Watson stat	1.871080		

Inverted AR Roots	.25
-------------------	-----

- Pendugaan parameter menggunakan *Quasi Maximum likelihood* (QML)

Dependent Variable: RHARGA_MINYAK
Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
Date: 03/30/16 Time: 20:21
Sample (adjusted): 2 361
Included observations: 360 after adjustments
Convergence achieved after 34 iterations
Coefficient covariance computed using Bollerslev-Wooldridge QML sandwich with expected Hessian
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.246182	0.062587	3.933446	0.0001

Variance Equation

C	0.000894	0.000332	2.695621	0.0070
RESID(-1)^2	0.290809	0.136300	2.133592	0.0329
GARCH(-1)	0.599055	0.132672	4.515314	0.0000

R-squared	0.081566	Mean dependent var	0.001776
Adjusted R-squared	0.081566	S.D. dependent var	0.087271
S.E. of regression	0.083636	Akaike info criterion	-2.252942
Sum squared resid	2.511208	Schwarz criterion	-2.209763
Log likelihood	409.5296	Hannan-Quinn criter.	-2.235773
Durbin-Watson stat	1.871080		

Inverted AR Roots	.25
-------------------	-----

Dari perbandingan kedua metode diatas ternyata tidak terdapat perbedaan hasil pendugaan parameter yang diperoleh, tetapi terdapat perbedaan nilai standar error dan nilai *p-value*. Sehingga didapatkan model dari penduga QML :

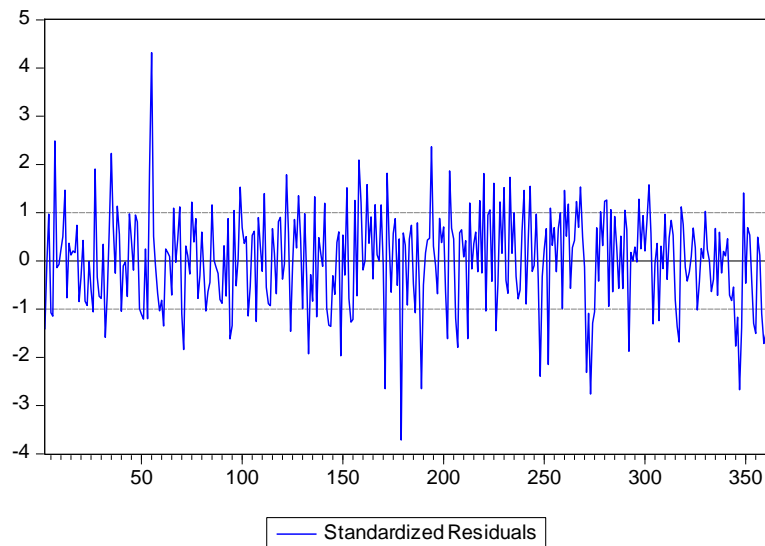
$$Z_t = 0,246182Z_{t-1} + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = 0,000894 + 0,290809 a_{t-1}^2 + 0,599055 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{dimana } \varepsilon_t \sim IIDN(0,1)$$

Selanjutnya dilakukan uji diagnostik model dengan melihat ada atau tidaknya autokorelasi sisaan, berikut adalah plot sisaan GARCH (1,1) dan korelogram dari GARCH (1,1).



Correlogram of Standardized Residuals						
Date: 03/30/16 Time: 19:46						
Sample: 1 361						
Included observations: 360						
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term						
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	0.034	0.034	0.4136	
		2	-0.042	-0.043	1.0411	0.308
		3	0.035	0.038	1.4794	0.477
		4	-0.046	-0.051	2.2583	0.521
		5	-0.074	-0.068	4.2748	0.370
		6	-0.075	-0.077	6.3680	0.272
		7	-0.003	-0.001	6.3720	0.383
		8	-0.013	-0.018	6.4384	0.490
		9	-0.037	-0.038	6.9424	0.543
		10	0.120	0.110	12.272	0.198
		11	0.125	0.108	18.106	0.053
		12	0.028	0.029	18.399	0.073
		13	-0.080	-0.088	20.775	0.054
		14	-0.046	-0.047	21.577	0.062
		15	-0.112	-0.105	26.298	0.024
		16	-0.085	-0.050	29.066	0.016
		17	0.034	0.046	29.511	0.021
		18	-0.011	-0.014	29.556	0.030
		19	0.002	0.001	29.558	0.042
		20	0.108	0.083	34.010	0.018
		21	0.036	-0.010	34.513	0.023
		22	0.040	0.013	35.134	0.027
		23	-0.042	-0.047	35.810	0.032
		24	-0.052	-0.032	36.849	0.034

Selanjutnya dilakukan uji efek ARCH

Correlogram of Standardized Residuals Squared						
Date: 03/30/16 Time: 19:47						
Sample: 1 361						
Included observations: 360						
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	0.013	0.013	0.0586	0.809
		2	-0.021	-0.022	0.2243	0.894
		3	-0.055	-0.054	1.3182	0.725
		4	-0.038	-0.038	1.8604	0.761
		5	0.071	0.070	3.7280	0.589
		6	-0.054	-0.061	4.8040	0.569
		7	-0.012	-0.012	4.8592	0.677
		8	0.058	0.063	6.0856	0.638
		9	-0.055	-0.059	7.2144	0.615
		10	0.049	0.044	8.1208	0.617
		11	-0.047	-0.037	8.9300	0.628
		12	-0.054	-0.056	10.013	0.615
		13	0.012	0.005	10.067	0.688
		14	-0.032	-0.022	10.458	0.728
		15	0.062	0.044	11.915	0.685
		16	-0.031	-0.031	12.268	0.725
		17	-0.005	0.007	12.275	0.783
		18	-0.005	-0.019	12.285	0.832
		19	-0.008	0.005	12.312	0.872
		20	0.073	0.063	14.377	0.811
		21	-0.000	0.001	14.377	0.853
		22	-0.026	-0.020	14.639	0.877
		23	0.109	0.109	19.245	0.687
		24	-0.039	-0.034	19.830	0.706
		25	-0.000	-0.016	19.830	0.756

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.446094	Prob. F(4,351)	0.7752
Obs*R-squared	1.800642	Prob. Chi-Square(4)	0.7724

Test Equation:

Dependent Variable: WGT_RESID^2

Method: Least Squares

Date: 03/30/16 Time: 19:48

Sample (adjusted): 6 361

Included observations: 356 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.103963	0.140952	7.832190	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	0.010794	0.053343	0.202346	0.8398
WGT_RESID^2(-2)	-0.021499	0.053309	-0.403297	0.6870
WGT_RESID^2(-3)	-0.054374	0.053379	-1.018630	0.3091
WGT_RESID^2(-4)	-0.037977	0.053429	-0.710788	0.4777
R-squared	0.005058	Mean dependent var	1.001648	
Adjusted R-squared	-0.006280	S.D. dependent var	1.703914	
S.E. of regression	1.709256	Akaike info criterion	3.923939	
Sum squared resid	1025.467	Schwarz criterion	3.978363	
Log likelihood	-693.4612	Hannan-Quinn criter.	3.945588	
F-statistic	0.446094	Durbin-Watson stat	1.994427	
Prob(F-statistic)	0.775240			

H_0 : Tidak terdapat unsur ARCH $\alpha = 5\%$

H_1 : Terdapat unsur ARCH

$$LM = TR^2 = 361(0,005058) = 1,825 \quad \lambda_{0,025(4)} = 11,14$$

Kesimpulan: Karena statistik uji $LM < \lambda_{0,025(4)}$ maka H_0 diterima. Berdasarkan uji *Lagrange-Multiplier Engle* dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat unsur ARCH, pada korelogram diatas terlihat bahwa sisaan kuadrat menunjukkan perilaku *white noise*.

Selanjutnya dilakukan pengujian efek volatilitas, pengujian ini untuk memeriksa efek asimetris dalam volatilitas yang dikenal dengan *Sign Bias Test* (SBT). ini ditujukan untuk menentukan apakah sisaan positif dan negatif memberikan pengaruh yang berbeda pada volatilitas.

Dependent Variable: RESID1^2
 Method: Least Squares
 Date: 03/30/16 Time: 20:33
 Sample (adjusted): 3 361
 Included observations: 359 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.807935	0.206002	3.921985	0.0001
S(-1)	0.306965	0.297195	1.032872	0.3024
S(-1)*RESID1(-1)	-0.075206	0.204546	-0.367672	0.7133
(1-S(-1))*RESID1(-1)	0.040081	0.214846	0.186556	0.8521
R-squared	0.010429	Mean dependent var	0.999133	
Adjusted R-squared	0.002067	S.D. dependent var	1.697601	
S.E. of regression	1.695846	Akaike info criterion	3.905320	
Sum squared resid	1020.943	Schwarz criterion	3.948589	
Log likelihood	-697.0050	Hannan-Quinn criter.	3.922526	
F-statistic	1.247145	Durbin-Watson stat	2.021941	
Prob(F-statistic)	0.292482			

dengan menyimpan nama model diatas menjadi “sb_test”.

```
scalar lm=sb_test.@regobs*sb_test.@r2
scalar lm_pval=1-@cchisq(lm,3)
```

Kemudian running syntax di atas pada command line Eviews sehingga didapat :

	Value		Value
LM_PVAL	0.290452	LM	3.744130

$H_0 : \pi_1 = 0$ (tidak terdapat efek asimetris dalam volatilitas)

$H_1 : \pi_1 \neq 0$ (terdapat efek asimetris dalam volatilitas)

$$\alpha = 0.05$$

Keputusan : Karena LM P -value > 0.05 , maka terima H_0

Kesimpulan : Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat efek asimetris dalam volatilitas.

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian diatas didapatkan kesimpulan bahwa model GARCH(1,1) merupakan model yang tepat untuk memodelkan data harga minyak mentah dunia dari bulan Februari 1986 – Februari 2016.

Model yang didapatkan yaitu :

$$Z_t = 0,246182Z_{t-1} + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = 0,000894 + 0,290809 a_{t-1}^2 + 0,599055 \sigma_{t-1}^2$$

dimana $\varepsilon_t \sim IIDN(0,1)$

Lampiran. Data harga minyak mentah dunia dari bulan Februari 1986 – Februari 2016

Month	Price
Feb-86	16,38
Mar-86	12,77
Apr-86	11,89
Mei-86	13,49
Jun-86	11,95
Jul-86	9,88
Agust-86	13,42
Sep-86	14,03
Okt-86	14,01
Nop-86	14,47
Des-86	15,44
Jan-87	18,1
Feb-87	17,28
Mar-87	17,74
Apr-87	18,05
Mei-87	18,41
Jun-87	18,71
Jul-87	19,62
Agust-87	18,88
Sep-87	18,32
Okt-87	18,63
Nop-87	17,87
Des-87	16,77
Jan-88	16,5
Feb-88	15,9
Mar-88	14,86
Apr-88	16,42
Mei-88	16,36
Jun-88	15,49
Jul-88	14,47
Agust-88	14,57
Sep-88	13,22
Okt-88	12,23
Nop-88	12,53
Des-88	14,68
Jan-89	16,45
Feb-89	16,52
Mar-89	18,1
Apr-89	19,39

Mei-89	18,22
Jun-89	17,8
Jul-89	17,67
Agust-89	16,87
Sep-89	17,69
Okt-89	18,41
Nop-89	18,38
Des-89	19,37
Jan-90	20,59
Feb-90	19,68
Mar-90	18,12
Apr-90	16,32
Mei-90	16,21
Jun-90	14,93
Jul-90	16,81
Agust-90	26,54
Sep-90	33,62
Okt-90	34,85
Nop-90	31,54
Des-90	26,61
Jan-91	22,81
Feb-91	18,53
Mar-91	18,21
Apr-91	18,49
Mei-91	18,72
Jun-91	17,78
Jul-91	19,02
Agust-91	19,3
Sep-91	19,95
Okt-91	21,56
Nop-91	20,41
Des-91	17,63
Jan-92	17,52
Feb-92	17,65
Mar-92	17,35
Apr-92	18,65
Mei-92	19,52
Jun-92	20,88
Jul-92	20,18
Agust-92	19,62

Sep-92	20,19
Okt-92	20,04
Nop-92	18,9
Des-92	17,93
Jan-93	17,24
Feb-93	18,23
Mar-93	18,5
Apr-93	18,44
Mei-93	18,17
Jun-93	17,37
Jul-93	16,37
Agust-93	16,43
Sep-93	15,8
Okt-93	16,44
Nop-93	15,09
Des-93	13,36
Jan-94	14,17
Feb-94	13,75
Mar-94	13,69
Apr-94	15,15
Mei-94	16,43
Jun-94	17,23
Jul-94	18,04
Agust-94	16,98
Sep-94	16,13
Okt-94	16,48
Nop-94	17,2
Des-94	16,13
Jan-95	16,88
Feb-95	17,44
Mar-95	17,35
Apr-95	18,77
Mei-95	18,43
Jun-95	17,33
Jul-95	16,06
Agust-95	16,49
Sep-95	16,77
Okt-95	16,18
Nop-95	16,82
Des-95	17,93

Jan-96	17,79
Feb-96	17,69
Mar-96	19,46
Apr-96	20,78
Mei-96	19,12
Jun-96	18,56
Jul-96	19,56
Agust-96	20,19
Sep-96	22,14
Okt-96	23,43
Nop-96	22,25
Des-96	23,51
Jan-97	23,29
Feb-97	20,54
Mar-97	19,42
Apr-97	17,98
Mei-97	19,47
Jun-97	18,02
Jul-97	18,45
Agust-97	18,79
Sep-97	18,73
Okt-97	20,12
Nop-97	19,16
Des-97	17,24
Jan-98	15,07
Feb-98	14,18
Mar-98	13,24
Apr-98	13,39
Mei-98	13,97
Jun-98	12,48
Jul-98	12,72
Agust-98	12,49
Sep-98	13,8
Okt-98	13,26
Nop-98	11,88
Des-98	10,41
Jan-99	11,32
Feb-99	10,75
Mar-99	12,86
Apr-99	15,73
Mei-99	16,12

Jun-99	16,24
Jul-99	18,75
Agust-99	20,21
Sep-99	22,37
Okt-99	22,19
Nop-99	24,22
Des-99	25,01
Jan-00	25,21
Feb-00	27,15
Mar-00	27,49
Apr-00	23,45
Mei-00	27,23
Jun-00	29,62
Jul-00	28,16
Agust-00	29,41
Sep-00	32,08
Okt-00	31,4
Nop-00	32,33
Des-00	25,28
Jan-01	25,95
Feb-01	27,24
Mar-01	25,02
Apr-01	25,66
Mei-01	27,55
Jun-01	26,97
Jul-01	24,8
Agust-01	25,81
Sep-01	25,03
Okt-01	20,73
Nop-01	18,69
Des-01	18,52
Jan-02	19,15
Feb-02	19,98
Mar-02	23,64
Apr-02	25,43
Mei-02	25,69
Jun-02	24,49
Jul-02	25,75
Agust-02	26,78
Sep-02	28,28
Okt-02	27,53

Nop-02	24,79
Des-02	27,89
Jan-03	30,77
Feb-03	32,88
Mar-03	30,36
Apr-03	25,49
Mei-03	26,06
Jun-03	27,91
Jul-03	28,59
Agust-03	29,68
Sep-03	26,88
Okt-03	29,01
Nop-03	29,12
Des-03	29,95
Jan-04	31,4
Feb-04	31,32
Mar-04	33,67
Apr-04	33,71
Mei-04	37,63
Jun-04	35,54
Jul-04	37,93
Agust-04	42,08
Sep-04	41,65
Okt-04	46,87
Nop-04	42,23
Des-04	39,09
Jan-05	42,89
Feb-05	44,56
Mar-05	50,93
Apr-05	50,64
Mei-05	47,81
Jun-05	53,89
Jul-05	56,37
Agust-05	61,87
Sep-05	61,65
Okt-05	58,19
Nop-05	54,98
Des-05	56,47
Jan-06	62,36
Feb-06	59,71
Mar-06	60,93

Apr-06	68
Mei-06	68,61
Jun-06	68,29
Jul-06	72,51
Agust-06	71,81
Sep-06	61,97
Okt-06	57,95
Nop-06	58,13
Des-06	61
Jan-07	53,4
Feb-07	57,58
Mar-07	60,6
Apr-07	65,1
Mei-07	65,1
Jun-07	68,19
Jul-07	73,67
Agust-07	70,13
Sep-07	76,91
Okt-07	82,15
Nop-07	91,27
Des-07	89,43
Jan-08	90,82
Feb-08	93,75
Mar-08	101,84
Apr-08	109,05
Mei-08	122,77
Jun-08	131,52
Jul-08	132,55
Agust-08	114,57
Sep-08	99,29
Okt-08	72,69
Nop-08	54,04
Des-08	41,53
Jan-09	43,91
Feb-09	41,76
Mar-09	46,95
Apr-09	50,28
Mei-09	58,1
Jun-09	69,13
Jul-09	64,65

Agust-09	71,63
Sep-09	68,38
Okt-09	74,08
Nop-09	77,56
Des-09	74,88
Jan-10	77,12
Feb-10	74,72
Mar-10	79,3
Apr-10	84,14
Mei-10	75,54
Jun-10	74,73
Jul-10	74,52
Agust-10	75,88
Sep-10	76,11
Okt-10	81,72
Nop-10	84,53
Des-10	90,07
Jan-11	92,66
Feb-11	97,73
Mar-11	108,65
Apr-11	116,32
Mei-11	108,18
Jun-11	105,85
Jul-11	107,88
Agust-11	100,45
Sep-11	100,83
Okt-11	99,92
Nop-11	105,36
Des-11	104,26
Jan-12	106,89
Feb-12	112,7
Mar-12	117,79
Apr-12	113,75
Mei-12	104,16
Jun-12	90,73
Jul-12	96,75
Agust-12	105,28
Sep-12	106,32
Okt-12	103,39
Nop-12	101,17

Des-12	101,17
Jan-13	105,04
Feb-13	107,66
Mar-13	102,61
Apr-13	98,85
Mei-13	99,35
Jun-13	99,74
Jul-13	105,21
Agust-13	108,06
Sep-13	108,78
Okt-13	105,46
Nop-13	102,58
Des-13	105,49
Jan-14	102,25
Feb-14	104,82
Mar-14	104,04
Apr-14	104,94
Mei-14	105,73
Jun-14	108,37
Jul-14	105,22
Agust-14	100,05
Sep-14	95,89
Okt-14	86,13
Nop-14	76,96
Des-14	60,55
Jan-15	47,45
Feb-15	54,93
Mar-15	52,83
Apr-15	57,42
Mei-15	62,5
Jun-15	61,3
Jul-15	54,43
Agust-15	45,72
Sep-15	46,29
Okt-15	46,96
Nop-15	43,13
Des-15	36,56
Jan-16	29,92
Feb-16	31,05

Daftar Pustaka

Seminar 5 : A GARCH analysis of the excess returns on the Financial Times Stock Exchange (FTSE) All Share Index.

www.511unwen.org/UploadFile/org201102150953085327/20110215095308564.pdf, diakses pada tanggal 27 Maret 2016, pukul 12.36

Harga minyak mentah dunia mulai bulan Februari 1986 – februari 2016 (Satuan dolar AS per Barrel) *http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=crude-oil&months=360*. diakses pada tanggal 30 Maret 2016, pukul 19.01