LAPORAN PERTANGGUNG JAWABAN

STUDENT MOBILITY KE IBARAKI UNIVERSITY

10 OKTOBER – 6 NOVEMBER 2018

OLEH:

LOLANDA SYAMDENA

1510431028

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2018

LATAR BELAKANG

Ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang matematika dan sains memiliki peranan yang penting dalam kemajuan bangsa dan negara. Saat ini, negara-negara maju seperti Jepang memberikan perhatian yang mendalam terhadap perkembangan matematika dan sains. Indonesia adalah termasuk salah satu negara berkembang. Tahap untuk merealisasikan bangsa Indonesia menjadi Negara maju adalah dengan meningkatkan perhatian di bidang pendidikan khususnya matematika dan sains. Kemajuan tersebut didukung dengan adanya peningkatan mutu dan kualitas pendidikan serta menjamin terlaksananya penelitian-penelitian yang dapat menghasilkan penemuan-penemuan baru yang dapat bermanfaat bagi masyarakat.

Mahasiswa khususnya di bidang matematika dan sains memiliki peranan yang penting dalam kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan kedepannya. Karena mahasiswa sebagai generasi muda yang akan menggerakan roda pemerintahan di masa yang akan datang. Dari hal tersebut perlu adanya perhatian khusus terhadap mahasiswa terutama dalam rangka *Student Mobility* ke luar negeri khususnya Negara maju agar dapat membawa hal yang bermanfaat dari kegiatan tersebut. Selain dalam bidang pendidikan, mahasiswa juga memiliki peranan penting dalam kemajuan pariwisata dan kebudayaan bangsa, sehingganya terdapat promosi kesenian asli daerah Sumatera Barat seperti tarian dan nyanyian daerah serta promosi pariwisata daerah yang akan di eksplor sehingga menarik minat wisatawan asing untuk mengunjungi Sumatera Barat semakin tinggi yang menghasilkan banyak manfaat kedepannya.

Jepang merupakan salah satu negara dengan kemajuan teknologi yang pesat, kemajuan matematika dan sains yang sangat mempengaruhi negara-negara lainnya serta memiliki kebudayaan asli yang melekat. Kedisiplinan dan keuletan kerja yang dimiliki masyarakat Jepang serta melestarikan kebudayaan local merupakan contoh sikap yang dapat ditiru oleh bangsa Indonesia terutama Mahasiswa. Hal ini juga mendasari terjalinnya kegiatan *Student Mobility and Research Programme in Mathematics and Science then Minangkabau Culture Introduction and Explore West Sumatera Tourism* mahasiswa Universitas Andalas dengan negara Jepang

y

TUJUAN

Adapun tujuan dilaksanakannya kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas mahasiswa khususnya di bidang sains.
2. Menjalin kerja sama antar negara Indonesia-Jepang khususnya di bidang sains.
3. Melakukan diskusi mengenai tugas akhir dengan salah seorang dosen di Ibaraki University.
4. Mempelajari etos kerja, kebudayaan dan kedisiplinan masyarakat Jepang.

- Memperkenalkan budaya Minangkabau dan mempromosikan wisata Sumatera Barat.

SASARAN KEGIATAN

Sasaran dari *Student Mobilty* ini adalah mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

BENTUK KEGIATAN

Lampiran I

WAKTUDAN TEMPAT

Kegiatan ini telah dilaksanakan pada:

Tanggal : 10 Oktober – 5 November 2018

Tempat : Ibaraki University, Jepang

DOKUMENTASI

Lampiran II

Laporan Hasil Belajar

Lampiran III

Sertifikat

Lampiran IV

PENUTUP

Delegasi mahasiswa terpilih yang mengikuti *Student Mobility* inibertanggung jawab membawa nama baik Universitas Andalas diajang internasional. Semangat untuk mengharumkan nama baik Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Universitas Andalas dan semangat untuk mencari ilmu dan pengalaman serta motivasi untuk memberikan yang terbaik untuk Universitas Andalas dan Indonesia.

Demikian Laporan Pertanggung Jawaban Pengiriman Delegasi *Student Mobility* 2018 Universitas Andalas Padang ini disusun.Prgram *Student Mobility* adalah program yang memberikan kontribusi berarti tak hanya bagi mahasiswa yang berpartisipasi namun juga bagi almamater dan citra Indonesia di mata dunia internasional. Semoga keikutsertaan kami dalam program ini mendapat dukungan dari Universitas Andalas dan semoga kami menjadi pemuda yang berguna bagi Bangsa dan Negara Indonesia. Atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Hormat Saya,

Lolanda Syamdena

Lampiran I

Bentuk Kegiatan

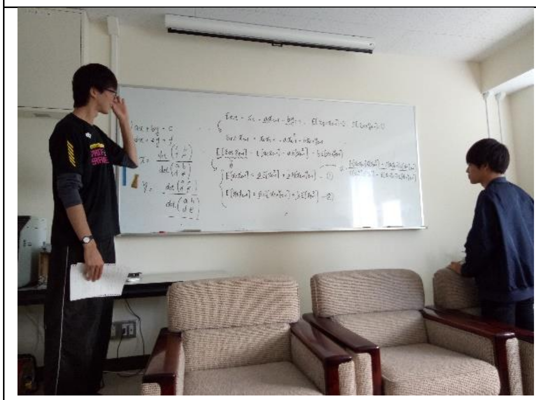
No.	Session	Location	week																												
			1st week					2nd week							3rd week							4th week							5th week		
			10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7
1	Arrived in Kuala Lumpur and getting ready for the next flight in Bangkok	KL International Airport, Malaysia																													
2	Arrived in Japan	Narita Intl Airport, Japan																													
3	Seek seeing arround guess house	Intl House of Ibaraki University																													
4	Meet and Greet; Introducing session with Dean, Professor, Academic staff, College staff, and other students.	College of Science, Ibaraki University																													
5	Meet Prof. Kojima and his students and do scientific discussion.	Insect Laboratory, Ibaraki University																													
6	Go to Hachimungu Shrine in purpose exploring Japanese Culture.	Mito, Ibaraki																													
	Study about "Transfer Entropy" in G413																														
	Discussion with Hasegawa's group																														
7	Go to Kairakuen and Senba Lake in purpose to see Japanese tourism.	Mito, Ibaraki																													
8	Identified the sample in the Laboratory	Insect Laboratory, Ibaraki University																													
9	Go to Mito Art Tower in purpose to see Japanese tourism.	Mito, Ibaraki																													
10	Have a weekly field study with Prof. Kojima and other students	Around Mito, Ibaraki																													

	to set the wasps trap.																														
11	Go to Gyomu Supa to buy halal meat and other food with Prof. Kojima.	Mito, Ibaraki																													
12	Go to Hitachinaka City to visit Hitachi Seaside in purpose to see the Japanese tourism.	Hitachinaka																													
13	Trip to Kodokan Park, Mito Museum, Kobuntei, and eat sushi in Sushiro together with Prof. Kojima.	Mito, Ibaraki																													
14	Go to Tokyo and visit Sekolah Republik Indonesia in Meguro City	Meguro, Tokyo																													
15	Attend a seminar in Tokyo Institute of Technology (Tokodai) and visit Tokyo Tower	Meguro, Tokyo																													
16	One day trip to Daigo and visit Fukuroda falls with Prof. Kojima and other students.	Daigo, Ibaraki																													
17	Friendly gathering by served Indonesian food in the villa, sightseeing Momoji leaf, visit Rokkakudo beach with Prof. Kojima and other students.	Daigo, Ibaraki																													
18	Visit Ibaraki Prefectural of History	Mito, Ibaraki																													
19	Closing ceremony with Dean, Prof.Kijima, and other lab sudents of Ibaraki University.	Ibaraki University																													
20	Departured from Japan	Narita Intl airport																													
21	Arrived in Indonesia	Minangkabau Intl Airport																													

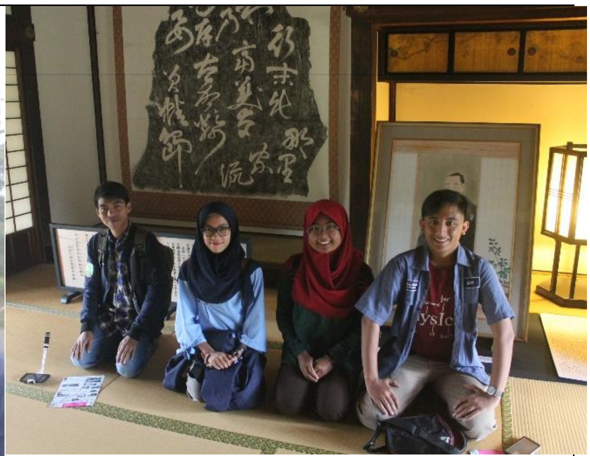
Lampiran II

Dokumentasi

- **Orientation, study, and discussion in Ibaraki University**



- Trip to, Senba Lake, Kodokan Park, Kairakuen, Kobuntei, Mito Art Museum, Hitachi Sea Side Park, Seminar at Tokyo, Daigo



- **Penutupan dan perpisahan**


Lampiran III

Laporan Hasil Belajar

Transfer Entropi dan Kausalitas Granger ekuivalen dengan Variabel Gaussian

1. PENDAHULUAN

VAR (*Vector Autoregression*) merupakan sistem persamaan dinamis yang digunakan untuk menguji hubungan antara variabel-variabel dengan menggunakan asumsi minimal atas strukturnya. VAR menjelaskan bahwa setiap variabel yang ada dalam model tergantung pada pergerakan masa lalu dari variabel itu sendiri dan juga pergerakan masa lalu seluruh variabel lainnya yang ada dalam sistem. Dalam analisis VAR, dicari model sistem persamaan dari variabel-variabel runtun waktu dalam bentuk vektor yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui hubungan kausalitas (*interrelationship*) dari variabel-variabel tersebut. Pada dasarnya, analisis VAR bisa dipadankan dengan suatu model persamaan simultan. Perbedaannya, pada model persamaan simultan perlu dibedakan mana variabel yang endogen dan mana yang eksogen, sedangkan dalam analisis VAR semua variabel dianggap sebagai variabel endogen. Ini berarti bahwa, dalam VAR, setiap variabel diterangkan nilainya di masa lampau dan dipengaruhi oleh nilai masa lalu dari variabel endogen lainnya dalam model yang diamati.

Banyak fenomena yang pengamatan dan model kompleks adalah non-Gaussian, memiliki non-linear korelasi. Dalam hal ini tidak ada kriteria umum penerapan untuk kedua metode. Transfer Entropi banyak digunakan dalam analisis biomedis, oleh karena itu penelitian membahas generalisasi Gaussian ke karakteristik distribusi untuk data tersebut. Distribusi empiris tipikal dari pengembalian instrumen keuangan adalah tidak normal, asimetris; dalam ekonometrik keuangan yang condong pada distribusi t-Student, atau campuran dari Gaussian distribusi, sering digunakan. Untuk menerapkan metode Transfer Entropi untuk memeriksa saling ketergantungan antara seri waktu keuangan, kita perlu menjawab pertanyaan tentang ekivalensi Kausalitas *Granger* dan Transfer Entropi.

Kausalitas Granger adalah gagasan statistik tentang pengaruh kausal berdasarkan prediksi melalui vector autoregresi. Baru-baru ini mentransfer entropi, suatu informasi-teori dari transfer informasi yang diarahkan waktu antara proses-proses yang saling tergantung, telah memperoleh daya tarik yang serupa di bidang yang luas. Meskipun telah diakui bahwa kedua konsep tersebut harus terkait, namun hubungan yang tepat telah sampai sekarang belum dijelaskan secara resmi. Di sini kami menunjukkan bahwa untuk variabel Gaussian, kausalitas Granger dan transfer entropi sepenuhnya setara, sehingga menjembatani pendekatan autoregresif dan informasi-teoretis untuk inferensial yang disebabkan oleh data. Untuk Pengaplikasiannya, akan dimodelkan nilai tukar mata uang yen Jepang terhadap dollar Amerika Serikat pada penjualan mobil Toyota.

2. LANDASAN TEORI

A. Uji Granger dan Sims tentang Kausalitas Granger

Dua tes G-kausalitas (uji Granger dan tes Sims)dalam bentuk paling sederhana adalah dilakukan sebagai uji signifikansi gabungan untuk satu set lag dari variabel kausal, atau lead dan lag

variabel penyebab, dalam model linier ADL:

$$y_t = \sum_{j=1}^{k} \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{t-j} + \varepsilon_t$$

Untuk H0:βj = 0 untuk setiap j = 1,..,... k sesuai dengan kurangnya kausalitas G dari x ke y, dan

$$x_t = \sum_{j=1}^{k} \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=-m}^{k} \beta_j x_{t-j} + \varepsilon_t$$

Untuk H0:βj = 0 untuk setiap j = 1,..,... k sesuai dengan kurangnya G-kausalitas dari x ke y. x didefinisikan menjadi eksogen yang ketat relatif terhadap y jika prediktor linier berbasis yt tentang nilai masa lalu dan yang akan datang dari x: …, x_{t-1}, x_t, x_{t+1},.. identik dengan prediktor linier hanya didasarkan pada nilai x saat ini dan masa lalu, dan telah menunjukkan kedua definisi tersebut setara.

B. Uji Granger dan Sims tentang Kausalitas Granger, ekstensi Chamberlain

Chamberlain memperluas definisi kausalitas Granger dan Sims menggunakan kondisional
independensi alih-alih prediksi linear:

Definisi 1. *(G)* - x_{t+1} tidak tergantung pada y_t, y_{t-1},.. bersyarat pada xt, x_{t-1} untuk semua t

Definisi 2. *(S)* - yt tidak tergantung pada x_{t+1}, x_{t-+2},.. bersyarat pada xt, x_{t-1} untuk semua t

dan menunjukkan bahwa kedua definisi kausalitas itu setara.

C. Menguji G-kausalitas dalam kerangka VAR dan VECM (stationer vs.seri nonstasioner)

Cara selanjutnya dari pengujian kausalitas G adalah dalam model VAR multivariat, di mana semua persamaan memiliki bentuk yang serupa:dalam kasus bivariat: $Y = [Y_1, Y_2]^T$

$$Yt = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \ldots + A_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

uji non-kausalitas untuk kasus stasioner dapat dilakukan sebagai uji bersama Wald signifikansi luar biasa semua kelambatan Y_2 dalam persamaan untuk Y_1.

D. Dalam model VAR / VECM dengan variabel nonstasioner / terkointegrasi

Variabel ekonomi, terutama keuangan sering nonstasioner. Model VAR adalah ditransformasikan sesuai dengan metode Johansen , jejak dan maksimum Johansen pada uji nilai eigen untuk kointegrasi dilakukan. Hubungan kointegrasi berarti itu ada kombinasi linear stasioner dari variabel non-stasioner. Ini sesuai untuk hubungan keseimbangan stabil jangka panjang (dijelaskan sebagai penarik oleh Granger). Untuk ikhtisar perangkap dan strategi pengujian sebab-akibat keduanya model multivariat stasioner dan dalam kasus variabel nonstasioner- strategi pengujian kointegrasi dan kausalitas: merekomendasikan penggunaan uji Johansen dalam kasus kointegrasi, dan menerapkan perbedaan pertama sebelum pengujian kausalitas ketika variable bersifat non-stasioner dan tidak terkointegrasi.

E. Kausalitas Granger Nonlinear

Perhatikan bahwa versi linear kausalitas bukan satu-satunya. Lihat definisi yang lebih umum (artinya yang menganalisis uji kausalitas Granger dalam varian di hadapan kausalitas):

Misalkan z_t = $[z1t, z2t]_0^T$, t = 1, 2, ... dinotasikan sebagai stasioner bivariat dan ergodik

proses stokastik. Gagasan kausalitas Granger dapat diklasifikasikan ke dalam kategori terkait dengan momen kondisional ke-r. Misalkan z_{t-1}^0 = z_{t-1}, $z_{t-2,..}$ menunjukkan masa lalu proses masa lalu.

Jika E (z_{1t}^r | z_{t-1}^0) $\neq$ E (z_{1t}^r | $z_{1,t-1}^0$), maka kita dapat mengatakan bahwa z_{2t} Granger – yang menyebabkan z_{1t} pada saat ke-r. Kausalitas dalam mean dan kausalitas dalam varian adalah dua jenis kausalitas Granger yang tampaknya paling relevan di bidang ekonomi dan aplikasi keuangan.

F. Metodologi Cheung dan Ng

1. Untuk masing-masing dari 2 seri, perkirakan model dengan mean bersyarat dan kondisional varians ditentukan sebagai model ARMA (p,q)

dan GARCH (1,1). (Di hadapan kausalitas dalam rata-rata, modifikasi mean bersyarat untuk menjelaskan dinamika ini.)

2. Ambil residu terstandarisasi kuadrat, $\hat{e}_{it}^2 = (z_{it} - \hat{u}_{it})^2 / \hat{h}._{it}$. Perkirakan contoh fungsi kovarian silang antara $\hat{e}_{1t}^2$ dan $\hat{e}_{2t}^2$, $\hat{C}_{12}(j)$, dan menghitung fungsi sampel korelasi silang:

$$\hat{\rho}_{12}(j) = [\hat{C}_{11}(0)\hat{C}_{22}(0)]^{-0.5}\hat{C}_{12}(j)$$

Dimana $\hat{C}_{11}(0), dan\ \hat{C}_{22}(0)$ adalah varian sampel dari dua variabel;

3. Hitung statistik uji Cheung dan Ng, S, berdasarkan sampel kuadrat M pertama korelasi silang,

$$S = \bar{T}\sum_{j=1}^{M}\hat{\rho}_{12}^2(j) \sim^{asy} \chi^2(M),$$

di bawah H0 tidak ada hubungan sebab akibat antara seri. Versi kecil-sampel statistik S juga tersedia (jumlah tertimbang korelasi silang kuadrat dengan bobot Bartlett).

3. PEMBAHASAN

A. Entropy

$$H(x) = -\sum_{x} P(x)\log P(x)$$

B. Transfer Entropy

$$T_{y\to x} = \sum_{x_t\, y_t}\sum_{x_{t+1}} P(x_{t+1,}\, x_{t,}\, y_t)\log\left(\frac{P\left(x_{t+1,}\,|\, x_{t,}, y_t\right)}{P\left(x_{t+1,}\,|x_{t,}\right)}\right)$$

$$= \sum_{x_{t,}y_t} P(x_t, y_t)\sum_{x_{t+1}} P\left(x_{t+1,}\,|\, x_{t,}, y_t\right)\log P\left(x_{t+1,}\,|\, x_{t,}, y_t\right)$$

$$- \sum_{x_{t,}} P\left(x_{t,}\right)\sum_{x_{t,}} P\left(x_{t+1,}\,|\, x_{t,}\right)\log P\left(x_{t+1,}\,|\, x_{t,}\right)$$

C. Mutual Information

$$I(x;y) = \sum_{y}\sum_{x} P(x,y)\log\left(\frac{P(x,y)}{P(x)P(y)}\right)$$

$$= \sum_{y}\sum_{x} P(x|y)\,\mathrm{P(y)}\mathrm{log}(\frac{P(x|y)}{P(x)P(y)})$$

$$= \sum_{y} P(y) \sum_{x} P(x|y)\,\mathrm{log}(\frac{P(x|y)}{P(x)})$$

$$= \sum_{y}\sum_{x} P(x,y)\,\mathrm{log}\left(\mathrm{P(x,y)}\right) - \sum_{y}\sum_{x} P(x,y)\,\mathrm{log}(P(x)P(y))$$

$$= -H(x,y) + H(x) + H(y)$$

D. Transfer Entropy 1

$$T_{y\rightarrow x} = \sum_{x_t\, y_t}\sum_{x_{t+1}} P(x_{t+1,} x_{t,}\, y_t)\,\mathrm{log}(\frac{P\left(x_{t+1,} \,|\, x_{t,}, y_t\right)}{P\left(x_{t+1,} |x_{t,}\right)})$$

$$= \sum_{x_{t,}y_t} P(x_t\,, y_t) \sum_{x_{t+1}} P\left(x_{t+1} \mid x_{t,}, y_t\right) \log P\left(x_{t+1,} \,|\, x_{t,}, y_t\right)$$

$$- \sum_{x_{t,}} P\left(x_{t,}\right) \sum_{x_{t,}} P\left(x_{t+1,} \,|\, x_{t,}\right) \log P\left(x_{t+1,} \,|\, x_{t,}\right)$$

$$= -E_{x_t\,, y_t}\left[H\left(x_{t+1} \mid x_{t,}, y_t\right) - H\left(x_{t+1} \mid x_{t,}\right)\right]$$

E. Transfer Entropy 2

$$T_{y\rightarrow x} = \sum_{x_t\, y_t}\sum_{x_{t+1}} P(x_{t+1,} x_{t,}\, y_t)\,\mathrm{log}(\frac{P\left(x_{t+1,} \,|\, x_{t,}, y_t\right)}{P\left(x_{t+1,} |x_{t,}\right)})$$

$$= \sum_{x_t\, y_t}\sum_{x_{t+1}} P(x_{t+1,} x_{t,}\, y_t)\,\mathrm{log}(\frac{P\left(x_{t+1,} \,|\, x_{t,}, y_t\right)P\left(x_{t,}, y_t\right)P(x_t)}{P\left(x_{t+1,} |x_t\right)P(x_t)\,P(x_t\,, y_t)})$$

$$= \sum_{x_t\, y_t}\sum_{x_{t+1}} P(x_{t+1,} x_{t,}\, y_t)\,\mathrm{log}(\frac{P(\,x_{t+1}\,, x_{t,}, y_t\,)P(x_t)}{P(x_{t+1}\,, x_t\,)\,P(x_t\,, y_t)})$$

$$= -H\left(x_{t+1}\,, x_{t,}, y_t\right) + H(x_{t+1}\,, x_t) + H(x_t\,, y_t) - H(x_t)$$

F. Model Regresi: $\varepsilon_{x\,t}, \varepsilon_{y\,t}$ Gaussian white noise

$\varepsilon_{x\,t} = x_t - ax_{t-1} - by_{t-1}$

$\varepsilon'_{x\,t} = x_t - a'x_{t-1}$

$\varepsilon_{y\,t} = y_t - dy_{t-1}$

Koefesien Estimasi: a, b, d, a'

$a' = a + bE[y_{t-1}x_{t-1}]/E[x_{t-1}x_{t-1}]$

$\quad = a + b\Sigma_{xy}/\Sigma_{xx}$

In the above, the whiteness of $\varepsilon_{x\,t}, \varepsilon_{y\,t}$ is necessary, Gaussian is not

Koefesien estimasi: a

$$a = \frac{E[x_t x_{t-1}]E[y_t^2] - E[x_t y_{t-1}]E[x_t y_t]}{E[x_t^2]E[y_t^2] - E[x_t y_t]^2}$$

Koefesien estimasi: b

$$b = \frac{E[x_t y_{t-1}]E[x_t^2] - E[x_t x_{t-1}]E[x_t y_t]}{E[x_t^2]E[y_t^2] - E[x_t y_t]^2}$$

Koefesien estimasi: d, a'

$$d = \frac{E[y_{t+1}y_t]}{E[y_t y_t]} = \frac{E[y_{t+1}y_t]}{E[y_t^2]}$$

$$a' = \frac{E[x_{t+1}x_t]}{E[x_t x_t]} = \frac{E[(ax_t + by_t)x_t]}{E[x_t^2]} = a + b\frac{\Sigma_{yx}}{\Sigma_{xx}}$$

G. Kausalitas Granger

$$\varepsilon'_{x\,t} = x_t - a'x_{t-1} = (a - a')x_{t-1} + by_{t-1} + \varepsilon_{x\,t} = -b\frac{\Sigma_{yx}}{\Sigma_{xx}}x_{t-1} + by_{t-1} + \varepsilon_{x\,t}$$

$$\mathrm{E}[\varepsilon'_{x\,t}\varepsilon'_{x\,t}] = E[(-b\tfrac{\Sigma_{yx}}{\Sigma_{xx}}x_{t-1} + by_{t-1} + \varepsilon_{x\,t})^2]$$

$$= b^2 \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}^2} E[x_{t-1}x_{t-1}] - 2b^2 \frac{\Sigma_{yx}}{\Sigma_{xx}} E[x_{t-1}y_{t-1}] + b^2 E[y_{t-1}y_{t-1}] + \sigma_x^2$$

$$= b^2 \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}^2} - 2b^2 \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}} + b^2\Sigma_{yy} + \sigma_x^2 = b^2 \left(\Sigma_{yy} - \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}}\right) + \sigma_x^2$$

$$F = log \frac{E[\varepsilon'^2{}_{x\,t}]}{E[\varepsilon^2{}_{x\,t}]} = \log(1 + \frac{b^2}{\sigma_x^2}\left(\Sigma_{yy} - \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}}\right)) \qquad \text{Granger causality}$$

H. Varian Kovarian Matrix pada Regresi Model

$$E[x_t^2] = \sigma_{\varepsilon x}^2(1 + a^2 + a^4 + \cdots)$$
$$+ \sigma_{\varepsilon y}^2 b^2(1 + (a+d)^2 + (a^2 + ad + d^2)^2 + \cdots) = \Sigma_{xx}$$
$$E[y_t^2] = \sigma_{\varepsilon y}^2(1 + d^2 + d^4 + \cdots) = \Sigma_{yy}$$
$$E[x_t y_t] = \sigma_{\varepsilon y}^2 b^2(d + d^2(a+d) + d^3(a^2 + ad + d^2) + \cdots) = \Sigma_{xy}$$
$$E[x_t^2] = E[x_t(\varepsilon_{x\,t} + ax_{t-1} + by_{t-1})] = \sigma_{\varepsilon x}^2 + aE[x_t x_{t-1}] + bE[x_t y_{t-1}]$$
$$\sigma_{\varepsilon x}^2 = E[x_t^2] - aE[x_t x_{t-1}] - bE[x_t y_{t-1}]$$
$$E[y_t^2] = E\left[y_t\left(\varepsilon_{y\,t} + dy_{t-1}\right)\right] = \sigma_{\varepsilon y}^2 + dE[y_t y_{t-1}]$$
$$\sigma_{\varepsilon y}^2 = E[y_t^2] - dE[y_t y_{t-1}]$$
$$x_t = \varepsilon_{x\,t} + ax_{t-1} + by_{t-1}$$
$$= \varepsilon_{x\,t} + a\varepsilon_{x\,t-1} + a^2\varepsilon_{x\,t-2} + \cdots + b\varepsilon_{y\,t-1} + b(a+d)\varepsilon_{y\,t-2}$$
$$+ b(a^2 + ad + d^2)\varepsilon_{y\,t-3} + \cdots$$
$$y_t = \varepsilon_{y\,t} + dy_{t-1}$$
$$= \varepsilon_{y\,t-1} + (a+d)\varepsilon_{y\,t-2} + (a^2 + ad + d^2)\varepsilon_{y\,t-3} + \cdots$$

$$\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{x\,t} \\ \varepsilon_{y\,t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a & b \\ 0 & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \end{pmatrix}$$
$$= \begin{pmatrix} \varepsilon_{x\,t} \\ \varepsilon_{y\,t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a & b \\ 0 & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \varepsilon_{x\,t-1} \\ \varepsilon_{y\,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a^2 & b(a+d) \\ 0 & d^2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \varepsilon_{x\,t-2} \\ \varepsilon_{y\,t-2} \end{pmatrix}$$
$$+ \begin{pmatrix} a^3 & b(a^2 + ad + d^2) \\ 0 & d^3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \varepsilon_{x\,t-3} \\ \varepsilon_{y\,t-3} \end{pmatrix} + \cdots$$

I. Transfer Entropi dari dua dimensi distribusi Gaussian

$$P(x_t, y_t) = \frac{1}{\sqrt{\det(2\pi\Sigma)}} \exp(-\frac{1}{2}(x_t, y_t)\begin{pmatrix} \Sigma xx & \Sigma xy \\ \Sigma yx & \Sigma yy \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix})$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\det(2\pi\Sigma)}} \exp(-\frac{1}{2det(\Sigma)}\ (x_t, y_t) \begin{pmatrix} \Sigma yy & -\Sigma xy \\ -\Sigma yx & \Sigma xx \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix})$$

$$P(x_{t+1} \mid x_{t,}, y_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp(-\frac{1}{2\sigma_x^2}\ (x_{t+1} - ax_t - by_t)^2)$$

$$P(\, x_{t+1,}, y_t\,) = \int P(x_{t+1,}, x_t\,, y_t\,)dy_t \ = \int P(x_{t+1}\,|x_t\,, y_t\,)P(x_t, y_t)dy_t$$

$$P(x_{t+1} \mid x_{t,}, y_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp(-\frac{1}{2\sigma_x^2}\ (x_{t+1} - ax_t - by_t)^2)$$

$$P(x_t, y_t) = \frac{1}{\sqrt{\det(2\pi\Sigma)}} \exp(-\frac{1}{2\det(\Sigma)} (\Sigma_{yy}\, x_t^2 - 2\Sigma_{yy}\, x_t y_t + \Sigma_{xx}\, y_t^2))$$

$$P(\, x_{t+1,}, x_t\,) \infty \exp(-\frac{(x_{t+1} - \left(a + \frac{b\Sigma_{xy}}{\Sigma_{xx}}\right) x_t)^2}{2(\frac{b^2 \det(\Sigma)}{\Sigma_{xx}} + \sigma_x^2)} \frac{x_t^2}{2\Sigma_{xx}})$$

$$P(\, x_{t+1}\,|x_t\,) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(\frac{b^2 \det(\Sigma)}{\Sigma_{xx}} + \sigma_x^2}} \exp(-\frac{(x_{t+1} - \left(a + \frac{b\Sigma_{xy}}{\Sigma_{xx}}\right) x_t)^2}{2(\frac{b^2 \det(\Sigma)}{\Sigma_{xx}} + \sigma_x^2\,)}\ )$$

$$P(\, x_t\,|y_t\,) = \frac{1}{\sqrt{\frac{2\pi \det(\Sigma)}{\Sigma_{yy}}}} \exp(-\frac{1}{\frac{2\det(\Sigma)}{\Sigma_{yy}}} \left(x_t - \frac{\Sigma_{yy} y_t}{\Sigma_{yy}}\right)^2\ )$$

$$P(y_t\,) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\Sigma_{yy}}} \exp(-\frac{1}{2\Sigma_{yy}}\ y_t^2\ )$$

$$P(\, x_{t+1}\,|x_t\,) = \frac{1}{\frac{\sqrt{2\pi(b^2 \det(\Sigma)}}{\Sigma_{xx}} + \sigma_x^2} \exp(-\frac{(x_{t+1} - \left(a + \frac{b\Sigma_{xy}}{\Sigma_{xx}}\right) x_t)^2}{2(\frac{b^2 \det(\Sigma)}{\Sigma_{xx}} + \sigma_x^2}\ )$$

$$T = \frac{1}{2}\log\left(\frac{(\frac{b^2\, det(\Sigma)}{\Sigma_{xx}} + \sigma_x^2\,)}{\sigma_x^2}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\log(1 + \frac{b^2\, det(\Sigma)}{\Sigma_{xx}\sigma_x^2}$$

$$= \frac{1}{2}\log(1 + b^2\frac{\Sigma_{yy} - \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}}}{\sigma_x^2})$$

$$= \frac{F}{2}$$

Jadi, Transfer entropi: $T = \frac{F}{2}$: setengah dari Kausalitas *Granger*

J. Kesetaraan terhadap non-Gaussian white noise

Model regresi:

$$\varepsilon_{x\,t} = x_t - ax_{t-1} - by_{t-1}$$

$$\varepsilon'_{x\,t} = x_t - a'x_{t-1}$$

$$\varepsilon_{y\,t} = y_t - dy_{t-1}$$

Asumsi: similar distributions

$$P(x_t\,|x_{t-1}, y_{t-1}) = P(\varepsilon_{xt}) = sg(s\varepsilon_{xt})$$

$$P(x_t\,|x_{t-1}) = P(\varepsilon'_{xt}) = \; s'g(\,s'\varepsilon'_{xt})$$

The equivalence for similar noise distributions

Transfer entropy

$$T_{y\to x} = -\int P(\varepsilon_{xt})\log(\varepsilon_{xt})\,d\varepsilon_{xt} - \int P(\varepsilon'_{xt})\log(\varepsilon'_{xt})\,d\varepsilon'_{xt}$$

$$= \int sg(s\varepsilon_{xt}) \log(sg(\varepsilon_{xt}))d\varepsilon_{xt} - \int s'g(s'\varepsilon_{xt}) \log(s'g(s'\varepsilon_{xt}))d\varepsilon'_{xt}$$

$$= \int g(x) \log\big(sg(x)\big)dx - \int g(x) \log\big(s'g(x)\big)dx$$

$$= \log\left(\frac{s}{s'}\right) = \frac{1}{2}\log\left(\frac{s^2}{s'^2}\right) = \frac{F}{2}\ (setengah\ dar\ kausalitas\ Granger)$$

Uji Kausalitas Granger

Null hypothesis: b= 0

$$b = \frac{E[x_t y_{t-1}]E[x_t^2] - E[x_t x_{t-1}]E[x_t y_t]}{E[x_t^2]E[y_t^2] - E[x_t y_t]^2}$$

$$\cong E[x_t y_{t-1}] - \frac{E[x_t x_{t-1}]}{E[y_t^2]}E[x_{t-1} y_{t-1}]$$

$$= \frac{E[(x_t - a x_{t-1})y_{t-1}]}{E[y_t^2]}$$

$$NF = Nb^2 - \Sigma_{xx} - \frac{\Sigma_{xy}^2}{\Sigma_{xx}} \cong Nb^2 \frac{\Sigma_{yy}}{\sigma_x^2} \cong N \frac{E_N[\varepsilon_t y_{t-1}]E_N[\varepsilon_t y_{t-1}]}{\sigma_x^2 \Sigma_{yy}} \approx X^2\,(1)$$

95% dari tingkat signifikan dari $X^2\,(1){:}\,3.84\ \rightarrow F > \frac{3.84}{N}$:relasi kausalitas

K. Nilai tukar Yen terhadap Dollar terhadap penjualan Toyota :

$$T_{y\rightarrow x} = \int P(\varsigma_t) \log p(\varsigma_t)\, d\varsigma_t + \log\frac{t}{s} - (\int P(\varsigma_t') \log p(\varsigma_t')\, d\varsigma_t' + \log\frac{t'}{s'})$$

$$= H(\varsigma_t') - H(\varsigma_t) + \log\frac{s'}{s} - \log\frac{t'}{s'}$$

$$\approx 0.0031 + 0.0759 + 0.0044$$

$$= 0.0834$$

$$\frac{F}{2} = 0.0759 \cong T$$

$$p_c = \frac{3.84}{n} = 0.0027$$

$$\mathrm{l}F = 0.1518 \cong 2T$$

College of Science
2-1-1 Bunkyo, Mito
Ibaraki, 310-8512
JAPAN

IBARAKI UNIVERSITY

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

This is to certify that

Ms. Lolanda Syamdena

an exchange student based on the Memorandum of Agreement between Ibaraki University and Andalas University, actively participated in laboratory works and/or seminars in the College of Science, Ibaraki University while she stayed in Japan for the period from 10 October to 5 November 2018.

Mito, 5 November 2018

H Tauchi

Prof. Dr. Hiroshi Tauchi
Dean of the College of Science,
Ibaraki University

OFFICIAL SEAL