

JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

VOLUME 7, NOMOR 1, JUNI 2015

Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Untuk Pendidikan, Kesehatan dan Infrastruktur Terhadap PDRB dan Penyerapan Tenaga Kerja di Propinsi Jawa Barat Tahun 2012
NALYDA YOLA ALTHOFIA dan NELI AGUSTINA

Performansi *Piecewise Polynomial Smooth Support Vector Machine* Untuk Klasifikasi Desa Tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011
ITA WULANDARI

Kesenjangan Penghasilan Antar Gender di Indonesia Tahun 2013 dengan Metode Dekomposisi *Blinder-Oaxaca*
MARDIANA

Perancangan Algoritma Untuk Menghitung Harga Opsi *Reset* Dengan Metode Binomial
BONY PARULIAN JOSAPHAT

Kinerja *Modsecurity Technical Report*
(Studi Kasus: Pencegahan Terhadap Serangan *Sql Injection*)
FARID RIDHO

User Acceptance Terhadap Sipadu-STIS Menggunakan Teori *Technology Acceptance Model (TAM)* dan Metode Analisis *Structural Equation Modeling (SEM)*
ABIALAM KOESNANDY dan MARGARETHA ARI ANGGOROWATI



JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

Journal of Statistical Application & Statistical Computing

No Publikasi / *Publication Number*: 02700.1004

No ISSN / *ISSN Number*: 2086-4132

Ukuran Buku / *Book Size*: 14,8 cm x 21,5 cm

Jumlah Halaman / *Number of Pages*: 101 + v

Diterbitkan oleh / *Published by*:

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

STIS-Statistics Institute

Boleh dikutip dengan menyebut sumbernya

May be cited with reference to the source

JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

Pelindung : Dr. Hamonangan Ritonga, M.Sc.

Pemimpin Umum Redaksi : Ir. Ekaria, M.Si.

Dewan Editor : Dr. Budiasih
Dr. Erni Tri Astuti
Dr. Tiodora Hadumaon Siagian
Mohammad Dokhi, Ph.D.
Said Mirza Pahlevi, Ph.D.
Muchammad Romzi, Ph.D.

Sekretaris Redaksi : Retnaningsih, M.E.

Alamat Redaksi : Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
Jl. Otto Iskandardinata 64C
Jakarta Timur 13330
Telp. 021-8191437

JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

- Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Untuk Pendidikan, Kesehatan dan Infrastruktur Terhadap PDRB dan Penyerapan Tenaga Kerja di Propinsi Jawa Barat Tahun 2012 1-20
NALYDA YOLA ALTHOFIA dan NELI AGUSTINA
- Performansi *Piecewise Polynomial Smooth Support Vector Machine* Untuk Klasifikasi Desa Tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011 21-44
ITA WULANDARI
- Kesenjangan Penghasilan Antar Gender di Indonesia Tahun 2013 dengan Metode Dekomposisi *Blinder-Oaxaca* 45-64
MARDIANA
- Perancangan Algoritma Untuk Menghitung Harga Opsi *Reset* Dengan Metode Binomial 65-74
BONY PARULIAN JOSAPHAT
- Kinerja *Modsecurity Technical Report* (Studi Kasus: Pencegahan Terhadap Serangan *Sql Injection*) 75-89
FARID RIDHO
- User Acceptance* Terhadap Sipadu-STIS Menggunakan Teori *Technology Acceptance Model (TAM)* dan Metode Analisis *Structural Equation Modeling (SEM)* 90-101
ABIALAM KOESNANDY dan MARGARETHA ARI
ANGGOROWATI

PENGANTAR REDAKSI

Syukur *Alhamdulillah*, di pertengahan tahun 2015 “Jurnal Aplikasi Statistika dan Komputasi Statistik” Volume 7, Nomor 1, Juni 2015 dapat diterbitkan. Jurnal ini terwujud atas partisipasi Bapak/Ibu dosen di STIS dan luar STIS yang telah mengirimkan artikel kepada redaksi melalui koreksi konstruktif dari mitra bestari serta ketelitian dari para editor jurnal. Untuk atensi dan kerjasama yang baik guna keberlangsungan terbitnya jurnal ini redaksi mengucapkan terimakasih.

Artikel yang dimuat dalam edisi kali ini menyajikan berbagai variasi penggunaan metode statistika yang diterapkan dalam membahas pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja, kesenjangan penghasilan, klasifikasi desa tertinggal, penghitungan harga, di samping juga mengenai permasalahan dalam pemanfaatan teknologi informasi.

Semoga artikel dalam jurnal ini dapat menambah pengetahuan para pembaca tentang penggunaan metode statistika serta komputasi statistik pada berbagai jenis data. Redaksi terus menunggu artikel-artikel ilmiah selanjutnya dari Bapak/Ibu guna dapat menghasilkan publikasi yang menjadi salah satu sarana untuk memberikan sosialisasi statistika dan komputasi bagi masyarakat.

Jakarta, Juni 2015

Salam,

E k a r i a

**PENGARUH PENGELUARAN PEMERINTAH UNTUK PENDIDIKAN,
KESEHATAN DAN INFRASTRUKTUR TERHADAP
PDRB DAN PENYERAPAN TENAGA KERJA
DI PROPINSI JAWA BARAT TAHUN 2012**

Nalyda Yola Althofia

Staff Badan Pusat Statistik

Neli Agustina

Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

Abstract

Labor is part of the population that is capable of doing the work to produce goods and services. Therefore, workers need to be empowered optimally in order to drive the economic process. According to Keynes, one of the efforts that can be done is fiscal policy by increasing government spending leading to a reduction in unemployment. However, in West Java this expectation was not realized. West Java has a large government spending, but its labor absorption is not high. It is shown from the percentage of the working population of the labor force in West Java in 2012 remained below national. This study determines the effect of government education, health and infrastructure expenditures on economic growth and employment in West Java. The recursive equation mode is employed, showing that education and infrastructure spending have positive effect on economic growth and employment. Health expenditure prove to be insignificant. In addition, in West Java, economic growth has positive effect on employment.

Keywords: economic growth, employment, government spending.

I. PENDAHULUAN

Kegiatan ekonomi di Indonesia masih terkonsentrasi di pulau Jawa. Pada tahun 2012, misalnya, kontribusi nilai tambahnya mencapai 57.62 persen. Sementara kontribusi provinsi-provinsi di kawasan Indonesia Timur masih jauh lebih rendah. Tingginya

lapangan kerja dan perkembangan kegiatan ekonomi membuat masyarakat tertarik untuk mencari pekerjaan di pulau Jawa. Akibatnya, muncul masalah ketenagakerjaan di pulau Jawa serta persebaran angkatan kerja yang tidak merata di Indonesia. Sebagian besar tenaga kerja berada di Pulau Jawa. Pada tahun 2012, 58,94 persen total angkatan kerja di Indonesia terkonsentrasi di pulau Jawa, seperti yang terlihat pada gambar 1(lampiran 1).

Penyerapan tenaga kerja di pulau Jawa tumbuh lebih cepat dari pertumbuhan angkatan kerja pada tahun yang sama, seperti pada Tabel 1. Namun, pertumbuhan angkatan kerja masih berfluktuatif. Oleh karena itu, perlu adanya perluasan kesempatan kerja sehingga angkatan kerja dapat terserap oleh berbagai kegiatan ekonomi dan dapat menurunkan tingkat pengangguran.

Tabel 1. Pertumbuhan angkatan kerja di Pulau Jawa tahun 2009-2012

Tahun	Angkatan Kerja		
	Bekerja (%)	Pengangguran (%)	Angkatan Kerja (%)
(1)	(2)	(3)	(4)
2009	1,95	-6,90	1,14
2010	1,19	-8,14	0,40
2011	1,17	-3,95	0,77
2012	2,56	-5,94	1,93

Sumber: BPS (diolah)

Menurut Keynes (Sukirno, 2004), pemerintah perlu campur tangan dalam menanggulangi masalah pengangguran. Keynes berpendapat bahwa dalam sistem pasar bebas, penggunaan tenaga kerja penuh tidak selalu tercipta, namun diperlukan usaha dan kebijakan pemerintah untuk menciptakan tingkat penggunaan tenaga kerja penuh. Menurutnya, kebijakan fiskal penting untuk mengatasi pengangguran. Melalui kebijakan fiskal, pengeluaran pemerintah daerah dapat ditingkatkan dan menjadi stimulus untuk memacu perkembangan perekonomian suatu daerah, sehingga diharapkan dapat menaikkan pendapatan daerah. Pengeluaran pemerintah daerah termasuk ke dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD), yang mempunyai salah satu fungsinya sebagai fungsi alokasi yang mengandung makna bahwa anggaran daerah harus diarahkan untuk menciptakan lapangan kerja atau mengurangi pengangguran.

Dana tersebut dibelanjakan oleh daerah untuk membiayai operasional pemerintahan dan menangani urusan-urusan yang menjadi kewenangannya, diantaranya pendidikan, kesehatan, dan pekerjaan umum, sehingga daerah semakin mampu mendanai kebutuhan sarana dan prasarana pelayanan dasar masyarakat dalam rangka mendorong percepatan pembangunan daerah.

Jika dilihat menurut provinsi yang ada di Pulau Jawa, pengeluaran daerah mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, seperti ditunjukkan pada gambar 2 (lampiran 2). Seiring dengan meningkatnya pengeluaran daerah, perekonomian di Pulau Jawa juga semakin mengalami kemajuan. Hal ini tergambar dari nilai pertumbuhan PDRB yang semakin naik dari tahun ke tahun. Pencapaian PDRB merupakan salah satu indikator kemajuan perekonomian suatu daerah. Semakin berkembangnya kegiatan ekonomi maka tenaga kerja yang dibutuhkan juga akan semakin banyak.

Akan tetapi, kenyataan yang terjadi seperti pada gambar 3 (lampiran 3) persentase penduduk yang bekerja terhadap angkatan kerja di beberapa provinsi di Pulau Jawa masih rendah, yaitu di provinsi Banten dan Jawa Barat. Persentase penduduk yang bekerja terhadap angkatan kerja di Banten tahun 2012 sebesar 89,87 dan di Jawa Barat sebesar 90,92 persen. Artinya, di daerah tersebut masih banyak angkatan kerja yang belum diberdayakan secara penuh.

Jawa Barat memiliki total pengeluaran pemerintah yang besar, namun persentase penduduk yang bekerja terhadap angkatan kerja di daerah tersebut masih berada di bawah angka Nasional, sehingga pemerintah daerah perlu melakukan upaya untuk meningkatkan penyerapan tenaga kerja. Selain penciptaan lapangan kerja baru, upaya yang dapat dilakukan pemerintah adalah dengan meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) melalui berbagai program peningkatan mutu SDM, sehingga SDM yang ada mempunyai daya saing yang baik.

Menurut Todaro (2000), pendidikan dan kesehatan merupakan hal yang erat kaitannya dengan modal manusia. Oleh karena itu, program pendidikan dan kesehatan diharapkan mampu meningkatkan kualitas SDM yang erat kaitannya dengan peningkatan produktivitas. Selain pendidikan dan kesehatan, kondisi infrastruktur yang baik juga akan membawa pengaruh positif pada berbagai sektor perekonomian. Dengan demikian,

pertumbuhan ekonomi akan meningkat dan penyerapan tenaga kerja pun akan menjadi lebih tinggi. Menurut Prof. Soemitro Djoyohadikoesoemo (Ariesty, 2010), usaha perluasan kesempatan kerja dapat dilakukan dengan penyelenggaraan proyek pekerjaan umum atau infrastruktur melalui antara lain pembuatan jalan, jembatan, saluran air, dan bendungan.

Dengan mengacu pada latar belakang permasalahan yang telah diuraikan dan melihat fakta bahwa di Jawa Barat pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur terus mengalami kenaikan, namun penyerapan tenaga kerja di daerah tersebut belum sejalan dengan kenaikan pengeluaran pemerintah tersebut. Oleh karena itu, perlu diteliti pengaruh pengeluaran pemerintah untuk pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja di Jawa Barat.

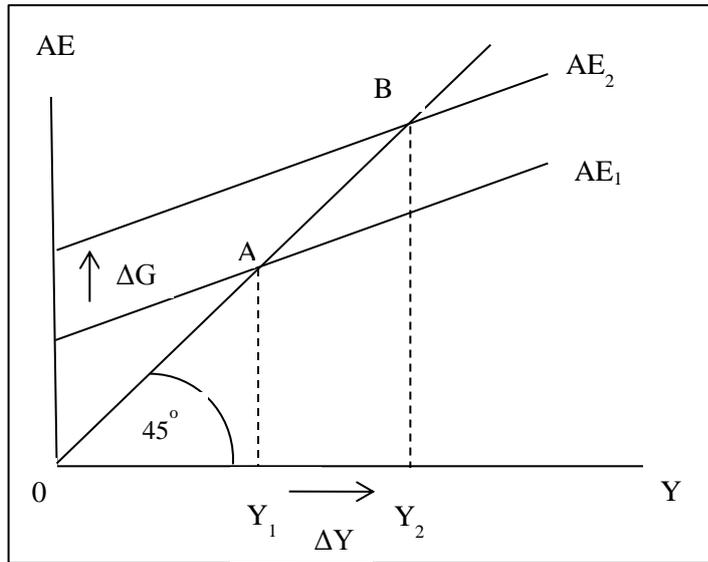
II. METODOLOGI

Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Untuk Pendidikan, Kesehatan, dan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi

Pengeluaran yang dilakukan pemerintah akan mempengaruhi berbagai sektor dalam perekonomian. Adanya pengeluaran pemerintah secara langsung atau tidak langsung berpengaruh terhadap sektor produksi barang dan jasa. Dengan adanya peningkatan pengeluaran pemerintah untuk pengadaan barang dan jasa akan berpengaruh secara langsung terhadap peningkatan produksi barang dan jasa. Peningkatan produksi barang dan jasa akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, secara teori kenaikan pengeluaran pemerintah akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi.

Hubungan antara pengeluaran pemerintah dan pertumbuhan ekonomi secara teori diterangkan dalam Keynesian Cross (Mankiw, 2003). Pada Gambar 4, kenaikan pengeluaran pemerintah (ΔG) akan meningkatkan pengeluaran yang direncanakan sebesar jumlah tersebut untuk semua tingkat pendapatan. Peningkatan tersebut berhasil mengubah keseimbangan dari titik A ke titik B, yang berarti terjadi peningkatan pendapatan dari Y_1 ke Y_2 . Kenaikan pendapatan (ΔY) melebihi kenaikan pengeluaran pemerintah (ΔG). Jadi,

pengeluaran pemerintah memiliki dampak pengganda terhadap pertumbuhan ekonomi yang diukur melalui pendapatan atau tingkat output.



Sumber: Sukirno (2004)

Gambar 1. Efek peningkatan pengeluaran pemerintah

Fungsi pendidikan berkaitan dengan modal manusia. Meningkatnya kesempatan pendidikan akan meningkatkan kualitas sumber daya manusia sehingga produktivitas juga akan meningkat. Peningkatan produktivitas akan mampu meningkatkan output yang kemudian akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi.

Menurut Todaro (2000), rendahnya produktivitas di banyak negara berkembang salah satunya bersumber dari lemahnya kesehatan fisik para pekerja. Oleh karena itu, pemerintah harus memperhatikan pengeluaran untuk fungsi kesehatan akan memberikan pelayanan kesehatan yang lebih merata kepada masyarakat, sehingga sumber daya manusia yang sehat menjadi semakin bertambah. Meningkatnya kesehatan akan mendorong peningkatan produktivitas tenaga kerja sehingga mampu menghasilkan output yang semakin besar. Peningkatan output akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi..

Infrastruktur merupakan suatu sarana fisik pendukung agar pembangunan ekonomi suatu negara dapat terwujud. Kurangnya ketersediaan infrastruktur merupakan salah satu hambatan utama dalam perbaikan iklim investasi. Oleh karena itu perlu ada kebijakan pemerintah dalam upaya peningkatan infrastruktur. Salah satunya melalui peningkatan pengeluaran pemerintah fungsi perumahan dan fasilitas umum. Peningkatan infrastruktur

mengakibatkan meningkatkan iklim usaha dan investasi yang selanjutnya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja

Sumber daya manusia merupakan faktor terpenting dengan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi tidak semata-mata tergantung pada jumlah sumber daya manusia saja, tetapi lebih menekankan pada efisiensi mereka. Rendahnya kualitas sumber daya manusia (SDM) dapat berdampak pada rendahnya tingkat produktivitas dan tingkat partisipasi sumber daya manusia yang terlibat dalam dunia kerja atau tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi.

Dengan semakin banyaknya masyarakat yang terlibat dalam dunia kerja atau tenaga kerja yang ikut terlibat dalam proses produksi, akan menyebabkan barang dan jasa yang diproduksi dalam masyarakat bertambah, sehingga mengakibatkan tingkat pendapatan suatu daerah ikut meningkat akibat barang dan jasa yang diproduksi dalam masyarakat bertambah, dan hal ini akan memberi dampak terhadap peningkatan pertumbuhan ekonomi suatu daerah.

Pengaruh Pengeluaran Pemerintah untuk Pendidikan Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja

Pendidikan memiliki keterkaitan dengan penyerapan tenaga kerja. Ketika pendidikan dari tenaga kerja semakin tinggi maka kesempatan kerja akan semakin besar. Pendidikan juga akan memberikan akreditasi profesional bagi tenaga kerja sehingga tenaga kerja tersebut dapat lebih diperhitungkan oleh penyedia kerja. Perlu campur tangan pemerintah dengan memberikan kesempatan kepada masyarakat berpenghasilan rendah untuk bisa mengenyam pendidikan agar memperoleh kehidupan yang lebih baik, salah satunya yaitu melalui pengeluaran pemerintah. Selain itu, alokasi untuk pendidikan juga ditujukan untuk membangun sarana prasarana seperti pembangunan sekolah. Proses pembangunan tersebut membutuhkan pekerja yang kemudian akan berdampak pada meningkatnya penyerapan tenaga kerja.

Pengaruh Pengeluaran Pemerintah untuk Kesehatan Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja

Kesehatan merupakan komponen sumber daya manusia yang paling mendasar. Oleh karena itu, perbaikan kesehatan masyarakat harus diperhatikan untuk membangun generasi yang kompetitif. Perlu ada peran pemerintah melalui alokasi dana untuk fungsi kesehatan yang diharapkan akan memberikan pelayanan kesehatan yang merata bagi masyarakat. Sumber daya manusia yang sehat akan mampu meningkatkan daya saing tenaga kerja. Selain itu, alokasi untuk fungsi kesehatan juga digunakan untuk pembangunan sarana dan prasarana seperti pembangunan puskesmas atau rumah sakit yang membutuhkan tenaga kerja dalam proses pembangunannya.

Pengaruh Pengeluaran pemerintah untuk infrastruktur terhadap penyerapan tenaga kerja

Pembangunan infrastruktur yang merupakan proyek padat karya akan menyerap banyak tenaga kerja. Apabila pembangunan infrastruktur berjalan lancar maka penyerapan tenaga kerja dapat ditingkatkan. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Abdul Kabib (2012) bahwa salah satu usaha perluasan lapangan pekerjaan untuk menyerap tenaga kerja dapat dilakukan melalui berbagai proyek pekerjaan umum atau infrastuktur, misalnya pembuatan saluran air, bendungan, jembatan. Dalam melaksanakan proyek infrastruktur diperlukan campur tangan pemerintah, salah satunya dapat berupa pemberian dana melalui kebijakan pengeluaran pemerintah untuk fungsi infrastruktur.

Pengaruh Pengeluaran Pemerintah untuk Pendidikan, Kesehatan, dan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Penyerapan Tenaga Kerja

Kebijakan fiskal melalui peningkatan pengeluaran pemerintah dapat meningkatkan pengeluaran agregat. Langkah tersebut akan menaikkan PDRB dan tingkat penggunaan tenaga kerja, sebagaimana yang tertera pada persamaan PDRB dengan pendekatan pengeluaran. Peningkatan pengeluaran pemerintah (ΔG) akan berdampak pada kenaikan pertumbuhan ekonomi yang diukur melalui pendapatan dan tingkat output. Peningkatan

besarnya pengeluaran pemerintah berhasil meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Perubahan ini akan menambah kesempatan kerja.

Akibat pengeluaran pemerintah meningkat, pengeluaran yang direncanakan juga mengalami peningkatan. Namun, ada keterbatasan barang dan jasa yang terproduksi. Oleh karena itu, perusahaan akan meningkatkan output agar produknya dapat sesuai untuk memenuhi rencana pengeluaran. Untuk meningkatkan output, perusahaan akan membutuhkan pekerja lebih banyak sehingga dapat meningkatkan penyerapan tenaga kerja dan mengurangi pengangguran (Mankiw, 2003).

Penelitian Terkait

Penelitian Saidah (2011) berjudul Analisis Pengaruh Belanja Pemerintah Daerah terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Tertinggal. Dengan menggunakan metode analisis data panel, hasilnya menunjukkan pengeluaran pemerintah untuk pendidikan dan kesehatan berpengaruh signifikan memengaruhi pertumbuhan ekonomi di daerah tertinggal.

Maharyasa (2011) melakukan penelitian dengan judul Kinerja Keuangan Daerah dan Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Daerah menurut fungsi terhadap pertumbuhan ekonomi di Pulau Jawa dan Bali. Dengan menggunakan metode analisis data panel, menyimpulkan bahwa pengeluaran pemerintah fungsi perumahan dan fasilitas umum berpengaruh secara signifikan dan positif terhadap pertumbuhan ekonomi di pulau Jawa dan Bali.

Hasil penelitian Desi Dwi Bastian (2010) yang berjudul Analisis Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Atas Pendidikan, Kesehatan, dan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Periode 1969-2009, dengan menggunakan model *Error Correction Mechanism* (ECM) menyimpulkan dalam jangka pendek hanya variabel pengeluaran pemerintah atas transportasi yang berpengaruh positif secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Pengeluaran pemerintah atas pendidikan, kesehatan dan perumahan tidak signifikan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Sementara dalam jangka panjang variabel pengeluaran pemerintah atas perumahan dan transportasi mempengaruhi pertumbuhan ekonomi secara signifikan dan bertanda positif, sedangkan

variabel pengeluaran pemerintah atas pendidikan dan kesehatan tidak mempengaruhi pertumbuhan ekonomi.

Hery Ferdinan (2011) melakukan penelitian yang berjudul Pengaruh Pengeluaran Pemerintah, PDRB, dan Upah Riil Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja di Sumatera Barat tahun 1989-2008 melalui *fixed effects model*, disimpulkan bahwa penyerapan tenaga kerja di Sumatera Barat sangat dipengaruhi oleh pengeluaran pemerintah, PDRB, dan upah riil.

Lisbeth Rotua Sianturi (2008) melakukan penelitian berjudul Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penciptaan Kesempatan Kerja di Provinsi Sumatera Utara Sebelum dan Pada Masa Otonomi Daerah (1994-2007), disimpulkan bahwa PDRB memberikan pengaruh yang positif terhadap penciptaan kesempatan kerja di Sumatera Utara, karena dengan meningkatnya PDRB akan memicu peningkatan terhadap tenaga kerja untuk dapat terus meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

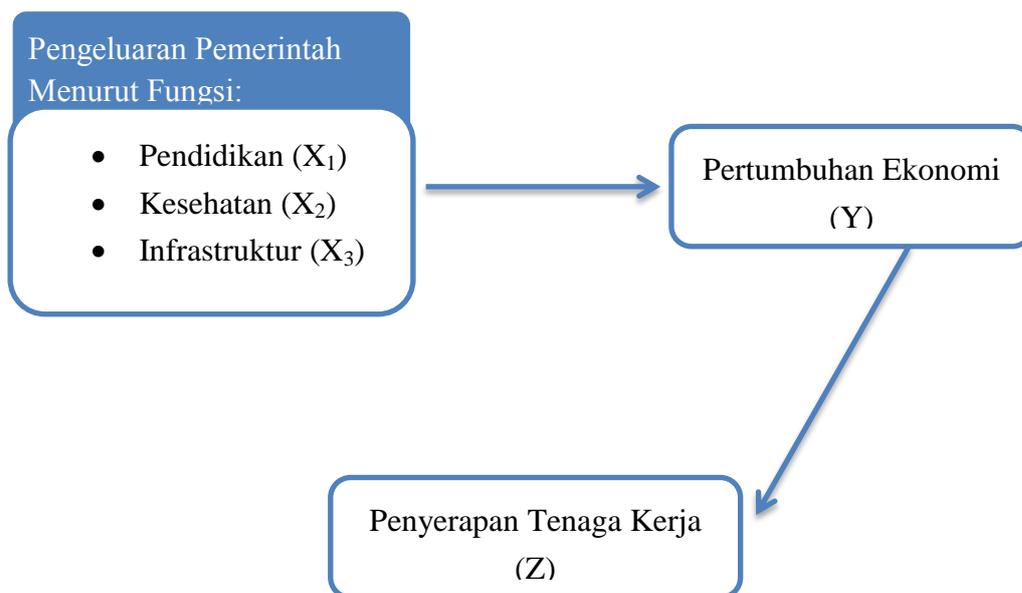
Gatot Setio dan I Made Suryana melakukan penelitian berjudul Analisis Pengaruh Pengeluaran Pemerintah dan Investasi Terhadap Kesempatan Kerja Melalui Pertumbuhan Ekonomi menggunakan data panel seluruh kabupaten/kota Provinsi Bali periode 2006-2010. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis jalur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeluaran pemerintah berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi serta kesempatan kerja di Provinsi Bali. Pengaruh investasi terhadap pertumbuhan ekonomi signifikan, namun lemah terhadap kesempatan kerja, dan pertumbuhan ekonomi berpengaruh lemah terhadap kesempatan kerja.

Beberapa peneliti sebelumnya melakukan penelitian berkaitan dengan hubungan pengeluaran pemerintah terhadap pertumbuhan ekonomi, dengan menggunakan metode ECM hasilnya menunjukkan bahwa pengeluaran pemerintah untuk transportasi berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi, sementara pengeluaran untuk pendidikan, kesehatan dan perumahan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi. Selain itu penelitian dilakukan untuk melihat pengaruh pengeluaran pemerintah, PDRB dan investasi terhadap penyerapan tenaga kerja. Dengan menggunakan metode analisis data panel, hasilnya menunjukkan pertumbuhan ekonomi dan investasi berpengaruh lemah terhadap penyerapan tenaga kerja.

Penelitian sebelumnya dilakukan secara terpisah. Dalam penelitian ini akan dilakukan secara simultan melihat hubungan pengeluaran pemerintah terutama pengeluaran untuk pendidikan, kesehatan dan infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi dan selanjutnya melihat pengaruhnya terhadap penyerapan tenaga kerja.

Kerangka Pikir

Secara teori kenaikan pengeluaran pemerintah akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi. Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kesempatan kerja dijelaskan oleh Todaro (2000) bahwa dengan memaksimalkan pertumbuhan ekonomi akan dapat pula memaksimalkan penyerapan tenaga kerja. Penelitian melihat pengaruh pengeluaran pemerintah untuk pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi, serta pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap penyerapan tenaga kerja, maka kerangka pikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Kerangka pikir

Hipotesis Penelitian

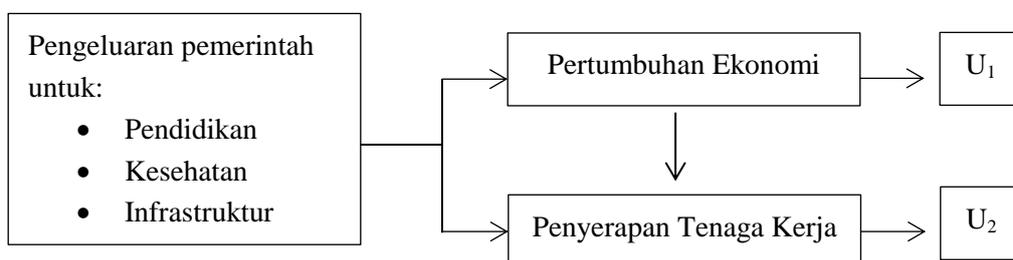
Adapun hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini adalah:

1. Pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur tahun 2011 mempunyai pengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat tahun 2012.

2. Pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh positif terhadap penyerapan tenaga kerja di Provinsi Jawa Barat tahun 2012.
3. Pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur tahun 2011 mempunyai pengaruh positif terhadap penyerapan tenaga kerja di Provinsi Jawa Barat tahun 2012.

Penelitian ini menggunakan data *cross section* meliputi 26 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), antara lain: Pengeluaran Pemerintah Daerah Fungsi Pendidikan, Kesehatan, dan Infrastruktur, pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja.

Metode analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh pengeluaran pemerintah daerah untuk pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur tahun 2011 terhadap pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja di Provinsi Jawa Barat tahun 2012 adalah model simultan rekursif, dengan menggunakan bantuan software *Eviews 6.0*.



Gambar 3. Model rekursif penelitian

Model Penelitian

Model persamaan simultan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{LnPDRB}_i &= \alpha_0 + \alpha_1 \text{LnPendidikan}_i + \alpha_2 \text{LnKesehatan}_i \\ &+ \alpha_3 \text{LnInfrastruktur}_i + \varepsilon_{1i} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{LnTK}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{LnPDRB}_i + \varepsilon_{2i} \quad (2)$$

Persamaan reduksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{LnPDRB}_i &= \theta_0 + \theta_1 \text{LnPendidikan}_i + \theta_2 \text{LnKesehatan}_i \\ &+ \theta_3 \text{LnInfrastruktur}_i + \varepsilon_{3i} \end{aligned} \quad (3)$$

Keterangan:

- LnPDRB : Nilai logaritma natural Produk Domestik Regional Bruto tahun 2012
- LnPendidikan : Nilai logaritma natural pengeluaran pemerintah daerah fungsi pendidikan tahun 2011
- LnKesehatan : Nilai logaritma natural pengeluaran pemerintah daerah fungsi kesehatan tahun 2011
- LnInfrastruktur : Nilai logaritma natural pengeluaran pemerintah daerah fungsi infrastruktur tahun 2011
- LnTK : Nilai logaritma natural jumlah tenaga kerja tahun 2012

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model persamaan simultan rekursif yang dibangun dari dua persamaan struktural dan satu persamaan reduksi, yang digunakan untuk mengetahui pengaruh pengeluaran pemerintah fungsi pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012. Berdasarkan hasil identifikasi *order condition* (tabel 2, lampiran 4) dan *rank condition* (tabel 3, lampiran 5) menunjukkan bahwa model persamaan simultan adalah *overidentified* sehingga estimasi persamaan simultan rekursif pada penelitian ini dilakukan dengan metode *Two Stage Least Square* (2SLS).

Hasil estimasi model persamaan struktural dan model persamaan reduksi dapat dilihat pada tabel 4 (lampiran 4). Ketiga persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

Persamaan struktural I:

$$\begin{aligned} \text{LnPDRB}_i = & 2,9634 + 0,6371 \text{LnPendidikan}_i^* + 0,0947 \text{LnKesehatan}_i \\ & (0,2829) \quad (0,0001) \quad (0,7393) \\ & + 0,3923 \text{LnInfrastruktur}_i^* \\ & (0,0120) \end{aligned} \quad (4)$$

Persamaan struktural II:

$$\text{LnTK}_i = -2,7585 + 0,9983 \text{LnPDRB}_i^* \quad (5)$$

(0,2705) (0,0000)

Persamaan Reduksi III:

$$\text{LnTK}_i = 0,4781 + 0,6080 \text{LnPendidikan}_i^* + 0,0215 \text{LnKesehatan}_i$$

(0,7869) (0,0000) (0,9067)

$$+ 0,4716 \text{LnInfrastruktur}_i^* \quad (6)$$

(0,0001)

Berdasarkan persamaan struktural pertama, peningkatan pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan tahun 2011 akan mampu mendorong pertumbuhan ekonomi secara signifikan dengan tingkat signifikansi sebesar 5 persen. Setiap peningkatan pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan tahun 2011 sebesar 1 persen, akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat tahun 2012 sebesar 0,64 persen pada saat kondisi variabel lain *ceteris paribus*.

Pengeluaran untuk fungsi infrastruktur tahun 2011 memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat tahun 2012. Dengan tingkat signifikansi sebesar 5 persen, dapat disimpulkan bahwa setiap peningkatan pengeluaran pemerintah untuk fungsi infrastruktur tahun 2011 sebesar 1 persen, akan menyebabkan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat sebesar 0.39 persen pada tahun 2012. Kondisi tersebut berlaku saat variabel lain *ceteris paribus*.

Sedangkan pengeluaran pemerintah untuk fungsi kesehatan tahun 2011 tidak signifikan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat tahun 2012. Pengeluaran pemerintah untuk fungsi kesehatan meliputi program pengadaan obat dan perbekalan kesehatan, program perbaikan gizi, program pengawasan dan pengendalian kesehatan makanan dan lainnya. Namun, pengeluaran pemerintah untuk meningkatkan kualitas kesehatan tidak secara otomatis akan langsung berdampak pada pertumbuhan ekonomi.

Persamaan struktural kedua menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan penyerapan tenaga kerja. Pada tahun 2012, pertumbuhan ekonomi memiliki

pengaruh positif yang signifikan secara statistik terhadap penyerapan tenaga kerja di Provinsi Jawa Barat. Dengan tingkat signifikansi sebesar 5 persen, pertumbuhan ekonomi sebesar 1 persen akan meningkatkan penyerapan tenaga kerja sebesar 0,99 persen.

Secara umum, pertumbuhan ekonomi adalah suatu proses penambahan kemampuan suatu daerah untuk memproduksi barang dan jasa. Sesuai dengan teori ekonomi makro bahwa dengan tumbuhnya ekonomi diperlukan tambahan input khususnya tenaga kerja sehingga permintaan akan tenaga kerja semakin meningkat yang kemudian dapat menciptakan kesempatan kerja.

Pengaruh pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur terhadap penyerapan tenaga kerja ditunjukkan pada persamaan reduksi, persamaan tersebut memiliki nilai *Adjusted R-Squared* sebesar 0,7548. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pengeluaran pemerintah untuk fungsi pendidikan dan infrastruktur tahun 2011 berpengaruh signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja di Provinsi Jawa Barat tahun 2012.

Pengeluaran untuk fungsi pendidikan ditujukan untuk pemerataan pendidikan bagi semua kalangan sehingga akan semakin banyak SDM yang berkualitas. SDM yang berkualitas akan memiliki probabilitas lebih besar untuk memasuki pasar kerja sehingga pada akhirnya akan meningkatkan penyerapan tenaga kerja. Pengeluaran pemerintah untuk fungsi infrastruktur digunakan untuk program pembangunan jalan dan jembatan, program pengendalian banjir, program perbaikan akibat bencana alam dan lainnya. Proyek-proyek pembangunan infrastruktur merupakan proyek besar dan melibatkan banyak pihak sehingga membutuhkan tenaga kerja yang banyak. Hal ini berdampak pada peningkatan penyerapan tenaga kerja. Selain itu, kondisi infrastruktur yang baik akan meningkatkan iklim usaha dan investasi yang selanjutnya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan perluasan penyerapan tenaga kerja.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Pengeluaran pemerintah untuk pendidikan dan infrastruktur memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Sedangkan pengeluaran pemerintah untuk kesehatan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi.
- Pertumbuhan ekonomi akan berdampak pada penyerapan tenaga kerja, karena pertumbuhan ekonomi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja.
- Pengeluaran pemerintah untuk pendidikan dan infrastruktur juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja. Sedangkan pengeluaran pemerintah untuk kesehatan tidak berpengaruh signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja.

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diajukan adalah pemerintah daerah sebaiknya lebih meningkatkan alokasi pengeluarannya untuk infrastruktur yang tergolong masih rendah tanpa mengabaikan fungsi lainnya, Selain itu pemerintah perlu melakukan pengontrolan terhadap pemanfaatan pengeluaran pemerintah daerah tersebut agar dapat diperoleh hasil yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja. Hal ini dikarenakan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa realisasi pengeluaran pemerintah kabupaten/kota di Jawa Barat masih banyak yang tidak sesuai dengan anggaran. Selain itu, dalam penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan pengeluaran pemerintah untuk fungsi lainnya, seperti fungsi pelayanan umum, lingkungan hidup, dan perlindungan sosial.

DAFTAR PUSTAKA

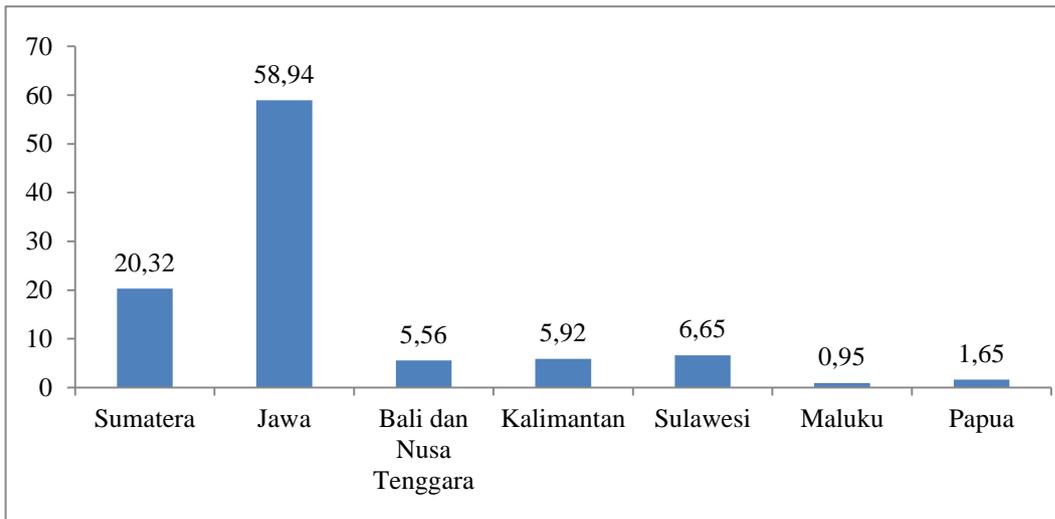
- Agustina, M. & I Gusti, B.I. (2014). Pengaruh Otonomi Daerah, Belanja Pemerintah, dan Tenaga Kerja Terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Propinsi Bali Tahun 1993-2012. *E-Jurnal EP Unud*..

- Ariesty, Widarty. (2010). *Perkembangan Kawasan Industri Jababeka dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat Cikarang 1989-2000*. [Skripsi]. Bandung: Universitas pendidikan Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Jawa Barat dalam Angka 2012*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Jawa Barat dalam Angka 2013*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Keadaan Ketenagakerjaan Jawa Barat Agustus 2012*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2011). *Statistik Keuangan Pemerintah Kabupaten/Kota 2010-2011*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Statistik Keuangan Pemerintah Kabupaten/Kota 2011-2012*. Jakarta: BPS.
- Bastian. Desi D. (2010). *Analisis Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Atas Pendidikan, Kesehatan dan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Periode 1969-2009*. [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ferdinan, Hery. (2011) *Pengaruh Pengeluaran Pemerintah, PDRB dan Upah Riil Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja di Sumatera Barat*. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Harijono, G.S. & I Made S.U. *Analisis Pengaruh Pengeluaran Pemerintah dan Investasi Terhadap Kesempatan Kerja Melalui Pertumbuhan Ekonomi*. Bali: Universitas Udayana.
- Maharyasa, Putu S. (2013). *Kinerja Keuangan Daerah dan Pengaruh pengeluaran pemerintah Daerah Menurut Fungsi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Daerah di Pulau Jawa dan Bali Tahun 2004-2008*. [Skripsi]. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Mankiw, N. Gregory. (2003). *Macroeconomics* 5th edition. New York: Worth Publisher.
- Saidah, Nur. (2011). *Analisis Pengaruh Belanja Pemerintah Daerah Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Tertinggal*. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Sianturi, Lisbeth R. (2008). *Analisis Faktor-Faktor yang mempengaruhi Penciptaan Kesempatan Kerja di Propinsi Sumatera Utara Sebelum dan Pada Masa Otonomi daerah (1997-2007)*. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sukirno, Sadono. (2004). *Pengantar Teori Makroekonomi*. Jakarta: PT. Raja Garfindo Persada.
- Suryani, Timtim. (2013) Analisis Peran Sektor Ekonomi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Pematang (analisis Tabel Input Output Kabupaten Pematang Tahun 2010). *Economics Development Analysis Journal*, 2 (1).
- Todaro, Michael. (2000). *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga* (Edisi Ketujuh). Jakarta: Erlangga.
- Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan.

LAMPIRAN

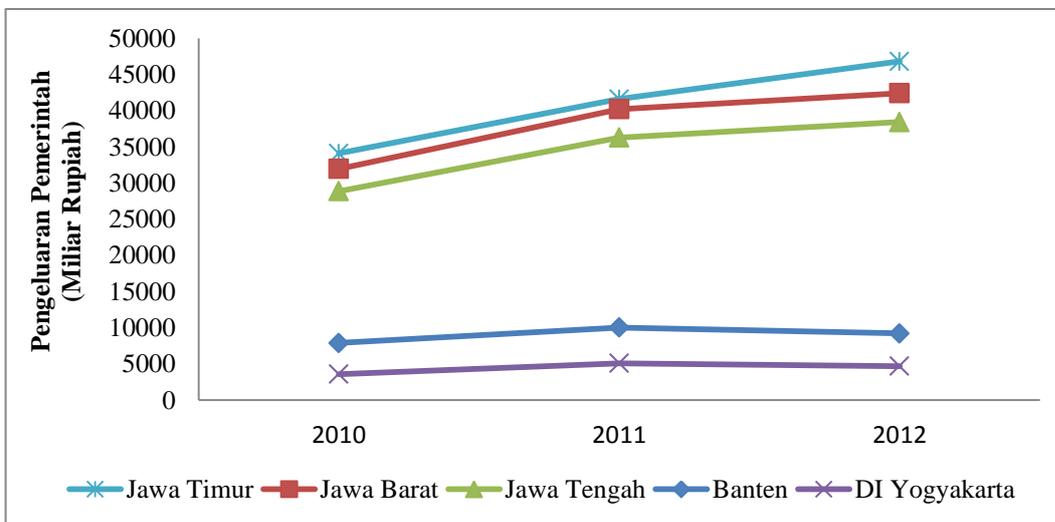
Lampiran 1



Sumber: BPS (diolah)

Gambar 1. Persentase angkatan kerja menurut pulau tahun 2012

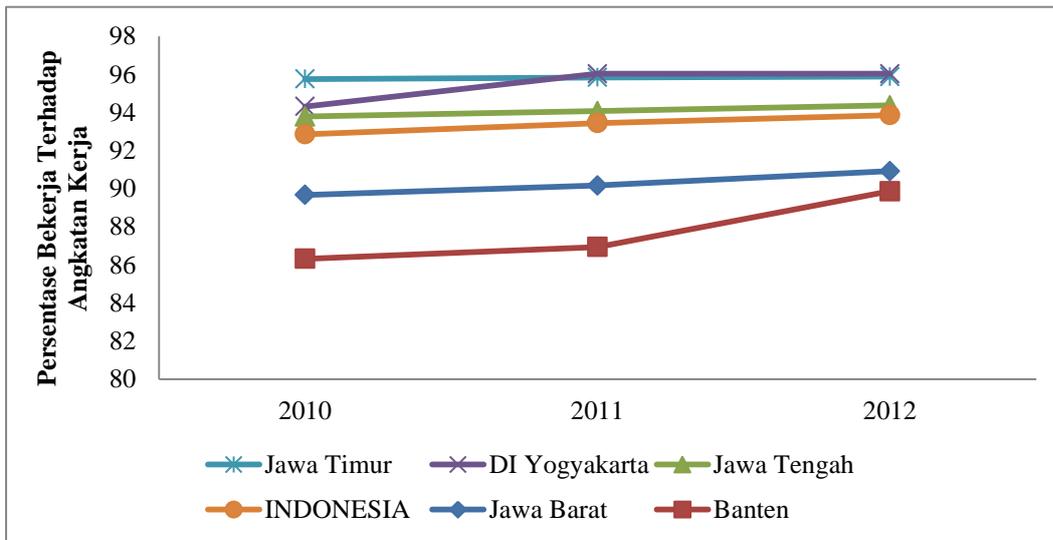
Lampiran 2



Sumber: BPS (diolah)

Gambar 2. Realisasi pengeluaran daerah menurut provinsi di Pulau Jawa tahun 2010-2012 (miliar rupiah)

Lampiran 3



Sumber: BPS (diolah)

Gambar 3. Persentase bekerja terhadap angkatan kerja menurut provinsi di Pulau Jawa tahun 2010-2012

Lampiran 4

Tabel 2. Syarat *order condition* untuk masing-masing persamaan struktural

Persamaan	K-k	Tanda	m-1	Identifikasi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Ln(PDRB)	3-3	=	1-1	<i>Just identified</i>
Ln(TK)	3-0	>	2-1	<i>Overidentified</i>

Lampiran 5

Tabel 3. Syarat *rank condition* untuk masing-masing persamaan struktural

Persamaan	R(A)	Tanda	M-1	K-k(≠)m-1	Identifikasi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ln(PDRB)	1	=	1	=	<i>Just identified</i>
Ln(TK)	1	=	1	>	<i>Overidentified</i>

Lampiran 6

Tabel 4. Hasil estimasi model persamaan struktural dan model persamaan reduksi

Persamaan	Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Koefisien	Ringkasan Statistik	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Persamaan Struktural					
I	LnPDRB	C	2,9634	R-squared	0,5965
		LnPendidikan	0,6371 *	Adj R-squared	0,5414
		LnKesehatan	0.0947	Prob(F-statistic)	0,0001
		LnInfrastruktur	0.3923 *		
II	LnTK	C	-2,7585	R-squared	0,5558
		LnPDRB	0,9983 *	Adj R-squared	0,5372
				Prob(F-statistic)	0,0000
Persamaan Reduksi					
III	LnTK	C	0,4781	R-squared	0,7842
		LnPendidikan	0,6080 *	Adj R-squared	0,7548
		LnKesehatan	0,0215	Prob(F-statistic)	0,0000
		LnInfrastruktur	0.4716 *		

Catatan: *signifikan pada taraf nyata 5 persen

PERFORMANSI *PIECEWISE POLYNOMIAL SMOOTH SUPPORT VECTOR MACHINE* UNTUK KLASIFIKASI DESA TERTINGGAL DI PROVINSI KALIMANTAN TIMUR TAHUN 2011

Ita Wulandari

Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

Abstract

One of most popular techniques of binary data classification in machine learning is Support Vector Machine (SVM). SVM can be applied extensively in many fields, such as pattern recognition, regression analysis, and probability estimation. SVM uses optimization with quadratic programming which become unefficient when applied in a high dimensional large dataset. Hence, researchers develop a method by changing SVM formulation with a smoothing technique that called Smooth-SVM (SSVM) which converts quadratic into linear programming. The research then continued by modifying that smooth function into polynomial smooth function forms, such as quadratic polynomial function, fourth polynomial function, piecewise polynomial function and spline function. Compared to the other polynomial smooth functions, piecewise polynomial smooth function has a better performance in plus function. When piecewise polynomial smooth function is applied in SSVM model, it will produce piecewise polynomial smooth support vector machine (PPSSVM). PPSSVM has many advantages compared to other SSVM models and its developments such as better efficiency, precision and higher accuracy in generalization. Two PPSSVM model based on piecewise polynomial function are used in this research which found by Luo (PPSSVM1) and Wu and Wang (PPSSVM2). The performance and the convergence of both models then will be examined theoretically, in order to determine the best model for classification of underdeveloped rural in East Kalimantan. PODES data in 2011 will be used in this research. Teoritical analysis showed that PPSSVM2 has a better performance and konvergence than PPSSVM1. Based on the result of this study, PPSSVM2 is not batter than PPSSVM1. It can be seen from the accuracy and AUC values that are not significantly different.

Key words: *underdeveloped rural, piecewise polynomial smooth function, SVM, smooth SVM.*

I. PENDAHULUAN

Klasifikasi merupakan pengelompokan obyek ke dalam satu atau beberapa kelompok berdasarkan variabel yang diamati. Metode klasifikasi dapat dilakukan dengan pendekatan parametrik dan pendekatan nonparametrik. Dalam pendekatan parametrik terdapat beberapa metode klasifikasi yang sering digunakan antara lain: Analisis Regresi Logistik, Analisis Diskriminan dan Analisis Regresi Probit. Regresi logistik dan regresi probit memiliki kelemahan, yaitu nilai yang dihasilkan model regresi logistik dan probit berupa nilai probabilitas yang dirasa kurang praktis (Yohannes and Webb, 1999). Pada analisis diskriminan, data diharuskan memenuhi beberapa asumsi yaitu data harus berdistribusi normal multivariat dan matrik kovarian yang sama untuk setiap populasi (Breiman, Friedman, Olshen, and Stone, 1984).

Dengan adanya keterbatasan metode klasifikasi parametrik, maka digunakan pendekatan nonparametrik. Pendekatan tersebut tidak bergantung pada asumsi tertentu sehingga memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam menganalisa data tetapi tetap mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dan mudah dalam penggunaannya. Beberapa teknik pemodelan berbasis *machine learning* dikembangkan untuk membantu klasifikasi melalui metode nonparametrik, seperti *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) dan *Feed-Forward Neural Network* (FFNN), *k-Nearest Neighbors* (k-NN), *Classification Adaptive Regression Tree* (CART), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Support Vector Machine* (SVM) (Scholkopf and Smola, 2002). Metode tersebut banyak digunakan dan dikembangkan karena tingkat akurasi klasifikasi maupun prediksi yang tinggi serta proses komputasi yang efisien (Gajdos, Tarter, Bleiweiss, Herman, Csepel, Estabrook, and Rademaker, 2002; Subashini, Ramalingam, and Palanivel, 2009).

Metode SVM diperkenalkan untuk pertama kalinya oleh Vapnik pada tahun 1995 dan sangat berhasil melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi. Metode SVM menemukan solusi yang global optimal dan bekerja dengan memetakan data *training* ke ruang berdimensi tinggi. Dalam ruang berdimensi tinggi, akan dicari klasifikasi yang mampu memaksimalkan *margin* antara dua kelas data. Penggunaan metode ini berusaha untuk menemukan fungsi pemisah yang optimal yang bisa

memisahkan dua set data dari dua kelas yang berbeda atau disebut juga *hyperplane* terbaik diantara fungsi yang tidak terbatas (Gunn, 1998).

Lee dan Mangasarian, (2001) menyatakan bahwa *SVM* memanfaatkan optimasi dengan *quadratic programming* yang apabila digunakan untuk data berdimensi tinggi dan data dengan jumlah besar menjadi kurang efisien. Oleh karena itu para peneliti mengembangkan *smoothing technique* untuk mengubah optimasi yang terbatas menjadi optimasi yang tanpa batas menggunakan formulasi dari *SVM* standar. Ide yang mendasari *SSVM* adalah mengubah formulasi primal *SVM* menjadi problem optimasi yang *smooth* dan bebas kendala. Karena fungsi objektif dari problem optimasi *SVM* tidak memiliki turunan kedua, maka digunakan *smooth function* untuk mendapatkan fungsi objektif yang dapat diperoleh turunannya. *SSVM* memiliki sifat matematik yang penting yaitu kecembungan yang kuat dan terdiferensialkan tak hingga. *Smoothing technique* pada solusi *SVM* telah diaplikasikan oleh Purnami, Embong, dan Zain, (2008a, 2008b, dan 2009) dengan kesimpulan bahwa metode *SSVM* menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan analisis diskriminan linier, *neural network*, *decision tree*, *genetic algorithm* dan *supervised fuzzy clustering*.

Lee dan Mangasarian (2001) menemukan *SSVM* dengan menggantikan *plus function* dengan integral dari fungsi sigmoid *neural network*. Selanjutnya penelitian berkembang dengan mencari *smoothing function* yang lebih efisien dari *smooth function* yang telah ditemukan sebelumnya. Beberapa peneliti kemudian memodifikasi *smooth function* kedalam bentuk *polynomial smoothing function*. Yuan dan Huang, (2005) menemukan *quadratic polynomial function* dan *fourth polynomial function*. Luo, Lin, Peng, dan Zhou, (2006) menemukan *piecewise polynomial function*. Yuan, Fan, dan Pu, (2007) menemukan *spline function*. Purnami, dkk (2009a, 2009b) membandingkan keempat fungsi yang ditemukan oleh peneliti-peneliti tersebut pada permasalahan diagnosis kanker payudara. Hasil yang diperoleh adalah *piecewise polynomial function* mempunyai performansi terbaik.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wu dan Wang (2013) dengan membandingkan antara *SSVM*, *Forth Polynomial Smooth Support Vector Machine (FPSSVM)*, *Three Order Spline Smooth Support Vector Machine (TSSVM)* dan *Piecewise*

Polynomial Smooth Support Vector Machine (PPSSVM). Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa *PPSSVM* memiliki efisiensi, ketepatan serta akurasi yang terbaik.

Penelitian Purnami, dkk (2009a, 2009b) serta Wu dan Wang (2013) mempunyai kesimpulan yang sama bahwa *piecewise polynomial function* mempunyai performansi yang terbaik. Perbedaan dari kedua penelitian tersebut terdapat pada *piecewise polynomial function* yang digunakan.

Berdasarkan keunggulan kedua metode *PPSSVM* tersebut, maka penelitian ini akan mencoba mendapatkan performansi terbaik dari metode *PPSSVM* (Luo, dkk) dan *PPSSVM* (Wu dan Wang) untuk klasifikasi desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur. Data yang digunakan berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri) tahun 2011. Dalam penelitian ini metode *PPSSVM* (Luo, dkk) akan disebut sebagai *PPSSVM1* dan metode *PPSSVM* (Wu dan Wang) akan disebut sebagai *PPSSVM2*. *Piecewise polynomial function* (Luo, dkk) akan disebut sebagai *piecewise polynomial function1* dan *piecewise polynomial function* (Wu dan Wang) akan disebut sebagai *piecewise polynomial function2*.

II. METODOLOGI

Support Vector Machine

Pada bentuk yang paling sederhana, *SVM* memisahkan titik-titik dari kelas yang berbeda, misalkan kelas $\{+1\}$ dan $\{-1\}$ dengan *hyperplane* tunggal pada ruang berdimensi banyak yang pada akhirnya partisi-partisi tersebut diselesaikan secara nonlinier. *Hyperplane* yang optimum diperoleh melalui program nonlinier, tepatnya *quadratic programming* (Bertsimas and Shioda, 2007). *Hyperplane* yang mungkin dibentuk dalam memisahkan objek-objek dalam masalah klasifikasi dua kelas mempunyai *decision function* sebagai berikut:

$$f(x) = \mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma \quad (1)$$

Diberikan permasalahan klasifikasi dari sebanyak n objek dalam ruang dimensi R^p sehingga susunan data berupa matrik \mathbf{A} berukuran $n \times p$ dan keanggotaan tiap titik yaitu y_i terhadap kelas $\{+1\}$ atau $\{-1\}$ didefinisikan pada diagonal matriks \mathbf{D} berukuran $n \times n$. Untuk permasalahan klasifikasi dari algoritma *SVM* standar adalah sebagai berikut

($SVM_{\| \cdot \|_2}$):

$$\min_{(\mathbf{w}, \gamma, \mathbf{y}) \in R^{p+1+n}} v\mathbf{e}'\mathbf{y} + \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|_2^2 \quad (2)$$

dengan kendala $\mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{w} - \mathbf{e}\gamma) + \mathbf{y} \geq \mathbf{e}$

$$\mathbf{y} \geq \mathbf{0}$$

dimana:

v : Parameter yang ditentukan sebagai pengontrol (*trade off*)

\mathbf{y} : Vektor variabel *slack* berukuran $n \times 1$ yang mengukur kesalahan klasifikasi dan bernilai nonnegatif.

\mathbf{e} : Vektor kolom berukuran n dan bernilai 1.

\mathbf{w} : Vektor normal berukuran $p \times 1$.

γ : Nilai bias yang menentukan lokasi relatif *hyperplane* terhadap kelas asli.

Hyperplane margin yang mungkin dibentuk dalam memisahkan objek-objek dalam masalah klasifikasi dua kelas secara linier adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma = 0, \quad (3)$$

Sehingga kedua bidang memisahkan dua kelas dengan *soft margin* yang ditentukan oleh variabel *slack* nonnegatif adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma + \mathbf{y}_i &\geq +1 \text{ untuk } \mathbf{x}' = \mathbf{A}_i \text{ dan } \mathbf{D}_{ii} = +1 \\ \mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma - \mathbf{y}_i &\leq -1 \text{ untuk } \mathbf{x}' = \mathbf{A}_i \text{ dan } \mathbf{D}_{ii} = -1 \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana vektor \mathbf{x} adalah bagian dari matriks \mathbf{A} berukuran $p \times 1$. Dimana $i = 1, 2, \dots, n$. Persamaan di atas merupakan kendala bagi fungsi SVM yang dapat ditulis dalam satu persamaan matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{w} - \mathbf{e}\gamma) + \mathbf{y} \geq \mathbf{e} \text{ dan } \mathbf{y} \geq \mathbf{0} \quad (5)$$

Penyelesaian persamaan (1) akan mudah diselesaikan dengan meminimumkan fungsi Lagrange terhadap \mathbf{w} , γ , \mathbf{y} serta meminimumkan terhadap Lagrange *multiplier* $\boldsymbol{\alpha}$ dan $\boldsymbol{\beta}$.

$$L(\mathbf{w}, \gamma, \mathbf{y}, \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}) = \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|_2^2 + v\mathbf{e}'\mathbf{y} - \boldsymbol{\alpha}'(\mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{w} - \mathbf{e}\gamma) - \mathbf{e} + \gamma) - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{y} \quad (6)$$

SVM dengan bidang pemisah yang nonlinier diperoleh dengan mentransformasi formulasi SVM standar sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \mathbf{A}'\mathbf{D}\mathbf{u} \tag{7}$$

Dengan mensubstitusikan (7) kedalam model (2) maka problem nonlinier diperoleh sebagai berikut:

$$\min_{(\mathbf{w}, \gamma, \mathbf{y}) \in \mathbb{R}^{p+1+n}} \mathbf{v}\mathbf{e}'\mathbf{y} + \frac{1}{2} \|\mathbf{A}'\mathbf{D}\mathbf{u}\|_2^2 \tag{8}$$

dengan kendala $\mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{A}'\mathbf{D}\mathbf{u} - \mathbf{e}\gamma) + \mathbf{y} \geq \mathbf{e}$

$$\mathbf{y} \geq \mathbf{0}$$

Dengan menggantikan $\mathbf{A}'\mathbf{A}$ dengan kernel nonlinier $K(\mathbf{A}, \mathbf{A}')$ menghasilkan *nonlinear generalized SVM* adalah sebagai berikut:

$$\min_{(\mathbf{w}, \gamma, \mathbf{y}) \in \mathbb{R}^{p+1+n}} \mathbf{v}\mathbf{e}'\mathbf{y} + \frac{1}{2} \mathbf{u}'\mathbf{D}'K(\mathbf{A}, \mathbf{A}')\mathbf{D}\mathbf{u} \tag{9}$$

dengan kendala $\mathbf{D}(K(\mathbf{A}\mathbf{A}')\mathbf{D}\mathbf{u} - \mathbf{e}\gamma) + \mathbf{y} \geq \mathbf{e}$

$$\mathbf{y} \geq \mathbf{0}$$

SSVM linier

Pendekatan *smoothing* Lee dan Mangasarian (2001) menjadikan variabel slack \mathbf{y} menjadi 2-norm yang diboboti $\frac{\nu}{2}$. Dengan demikian problem optimasi pada *SSVM* adalah:

$$\min_{\mathbf{w}, \gamma, \mathbf{y}} \frac{\nu}{2} \mathbf{y}'\mathbf{y} + \frac{1}{2} (\mathbf{w}'\mathbf{w} + \gamma^2) \tag{10}$$

dengan kendala $\mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{w} - \mathbf{e}\gamma) + \mathbf{y} \geq \mathbf{e}$

$$\mathbf{y} \geq \mathbf{0},$$

di mana untuk memperoleh solusi problem (10), kendala-kendalanya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = (\mathbf{e} - \mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{w} - \mathbf{e}\gamma))_+ \tag{11}$$

Substitusi persamaan (11) terhadap persamaan (10) menghasilkan fungsi objektif tanpa kendala sebagai berikut:

$$\min_{\mathbf{w}, \gamma} \frac{\nu}{2} \| (\mathbf{e} - \mathbf{D}(\mathbf{A}\mathbf{w} - \mathbf{e}\gamma))_+ \|^2 + \frac{1}{2} (\mathbf{w}'\mathbf{w} + \gamma^2) \tag{12}$$

Dimana $(\bullet)_+$ menggantikan komponen-komponen bernilai negatif dengan nilai nol. Fungsi objektif dalam persamaan (12) tidak memiliki turunan kedua. Lee dan Mangasarian mengusulkan *smoothing technique* yang menggantikan fungsi plus $(\bullet)_+$ dengan $p(x, \alpha)$ yaitu integral dari fungsi *sigmoid neural network* $(1 + \exp(-\alpha x))^{-1}$ atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$p(x, \alpha) = x + \frac{1}{\alpha} \ln(1 + \exp(-\alpha x)), \alpha > 0 \tag{13}$$

di mana α adalah *smoothing parameter*.

SSVM nonlinier

Dalam kasus non linier, dengan memasukkan fungsi kernel pada persamaan (12) maka problem optimasi SSVM non linier adalah sebagai berikut:

$$\min_{(\mathbf{u}, \gamma) \in R^{n+1}} \Phi_\alpha(\mathbf{w}, \gamma) := \min_{(\mathbf{u}, \gamma) \in R^{n+1}} \frac{\nu}{2} \| p(\mathbf{e} - \mathbf{D}(K(\mathbf{A}, \mathbf{A}')\mathbf{D}\mathbf{u} - \mathbf{e}\gamma), \alpha) \|^2 + \frac{1}{2} (\mathbf{u}'\mathbf{u} + \gamma^2) \tag{14}$$

Program optimasi tersebut dapat diselesaikan dengan algoritma Newton-Armijo. Pada algoritma Newton-Armijo diperoleh nilai \mathbf{w} dan γ yang konvergen. Dengan demikian *decision function* yang diperoleh untuk kasus klasifikasi linier adalah :

$$\hat{f}(x) = \text{sign}(\mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma), \tag{15}$$

Sedangkan *decision function* untuk kasus klasifikasi nonlinier adalah sebagai berikut:

$$\hat{f}(x) = \text{sign}(\mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma) = \text{sign}(\mathbf{u}'\mathbf{D}'K(\mathbf{A}, \mathbf{A}')\mathbf{w} - \gamma), \tag{16}$$

Seleksi Parameter

Permasalahan dari pemilihan parameter terbaik untuk membuat performansi generalisasi yang lebih baik pada *learning task* disebut seleksi model. Metodologi *Uniform Design (UD)* digunakan untuk efisiensi, *robust* dan seleksi model pada SVM (Huang, Lee, Lin, and Huang, 2007). Pada penelitian ini menggunakan *k-fold cross validation* dalam pembagian data *training-testing*. Metode ini melakukan pengulangan sebanyak *k* kali untuk membagi sebuah himpunan contoh (sampel) secara acak menjadi *k-subset* yang saling bebas. Setiap ulangan disisakan satu *subset* untuk *testing* dan sisanya digunakan untuk *training*. Hasil dari percobaan dan pembuktian teoritis, menunjukkan bahwa *k-fold cross validation* adalah pilihan terbaik untuk mendapatkan hasil validasi yang akurat (Kohavi, 1995).

Polynomial Smoothing Function

Penelitian berkembang dengan mencari *smooth function* yang lebih efisien dari *smooth function* yang telah ditemukan sebelumnya. Beberapa peneliti kemudian memodifikasi *smooth function* kedalam bentuk *polynomial smooth function*, yaitu:

1. *Quadratic polynomial function*

$$f_1(x, h) = \begin{cases} x, & x \geq \frac{1}{h} \\ \frac{h}{4}x^2 + \frac{1}{2}x + \frac{1}{4h}, & -\frac{1}{k} < x < \frac{1}{h} \\ 0, & x \leq -\frac{1}{h} \end{cases} \quad (17)$$

2. *Fourth polynomial function*

$$f_2(x, h) = \begin{cases} x, & x \geq \frac{1}{h} \\ \frac{1}{16k}(hx + 1)^3(hx - 3), & -\frac{1}{h} < x < \frac{1}{h} \\ 0, & x \leq -\frac{1}{h} \end{cases} \quad (18)$$

3. *Spline function*

$$f_3(x, h) = \begin{cases} 0, & x < -\frac{1}{h} \\ \frac{h^2}{6}x^3 + \frac{h}{2}x^2 + \frac{1}{2}x + \frac{1}{6h}, & -\frac{1}{h} \leq x < 0 \\ -\frac{h^2}{6}x^2 + \frac{h}{2}x^2 + \frac{1}{2}x + \frac{1}{6h}, & 0 \leq x \leq \frac{1}{h} \\ x, & \frac{1}{h} < x \end{cases} \quad (19)$$

4. Piecewise polynomial function1

Fungsi yang diusulkan oleh Luo, dkk (2006) ini dirumuskan dengan meminimalkan 2-norm pada fungsi error. Persamaan *picewise polynomial function* adalah sebagai berikut :

$$f_4(x, h) = \begin{cases} x, & x \geq \frac{1}{h} \\ \frac{1}{32}(hx + 1)^3 \left(h^2x^3 - 3hx^2 + x + \frac{5}{h} \right), & -\frac{1}{h} < x < \frac{1}{h} \\ 0, & x \leq -\frac{1}{h} \end{cases} \quad (20)$$

5. Piecewise Polynomial Function2

Pada penelitian Wu dan Wang (2013) *piecewise polynomial function* yang digunakan berbeda dengan yang digunakan Luo, dkk (2006).

$$f_5(x, h) = \begin{cases} 0, & x < -\frac{1}{3h}, \\ \frac{3}{2}h^2 \left(x + \frac{1}{3h} \right)^3, & -\frac{1}{3h} \leq x < 0, \\ x + \frac{3}{2}h^2 \left(\frac{1}{3h} - x \right)^3, & 0 \leq x \leq \frac{1}{3h}, \\ x, & x > \frac{1}{3h}, \end{cases} \quad (21)$$

Performansi Fungsi

Untuk mengetahui performansi suatu fungsi dapat dilakukan dengan melihat selisih antara *smooth function* dengan *plus function*. Pada penelitian ini digunakan Lemma yang pernah digunakan pada penelitian sebelumnya.

Lemma 1 (Lee dan Mangasarian, 2001):

$p(x, \alpha) = x + \frac{1}{\alpha} \log(1 + \exp(-\alpha x)), \alpha > 0$, dan x_+ adalah *plus function*. Untuk $x \in R$

dan $|x| < \rho$, maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

- (i) $p(x, \alpha) \geq x_+$;
- (ii) $p > 0, |x| < p, p(x, \alpha)^2 - (x_+)^2 \leq (\log 2 / \alpha)^2 + (2\rho / \alpha) \log 2$.

Kekonvergenan Fungsi

Analisis kekonvergenan pada penelitian ini dilakukan dengan membuktikan bahwa problem optimasi kedua metode *PPSSVM* dapat mendekati problem optimasi metode *SVM* standar ketika h mendekati tak hingga. Definisi dan Teorema yang digunakan adalah sebagai berikut:

Definisi 1 (Boyd, 2004):

(i) *Triangle inequality*:

$$f(x+y) \leq f(x) + f(y)$$

(ii) Homogeniti dari *norm*

$$f(tx) = |t| f(x) \quad \forall x \in R \text{ and } t \in R$$

(iii) Subset x dari *euclidean space* R^n disebut *compact* jika x adalah *closed and bounded*.

Teorema 1 (Lee dan Mangasarian, 2001) Jika $\mathbf{A} \in R^{m \times n}$, $\boldsymbol{\gamma} \in R^{m \times 1}$, definisi dari fungsi riil

$f(\mathbf{x}): R^n \rightarrow R$ dan $g(\mathbf{x}, \alpha): R^n \times N \rightarrow R$ adalah sebagai berikut:

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \|(\mathbf{Ax} - \boldsymbol{\gamma})_+\|_2^2 + \frac{1}{2} \|\mathbf{x}\|_2^2 \tag{22}$$

$$g(\mathbf{x}, \alpha) = \frac{1}{2} \|p(\mathbf{Ax} - \boldsymbol{\gamma}, \alpha)\|_2^2 + \frac{1}{2} \|\mathbf{x}\|_2^2 \tag{23}$$

dengan $\alpha > 0$, maka:

(i) $f(\mathbf{x})$ dan $g(\mathbf{x}, \alpha)$ adalah *convex function*.

(ii) \mathbf{x}^* adalah solusi unik untuk $\min_{x \in R^n} f(\mathbf{x})$ dan \mathbf{x}_α^* juga merupakan solusi unik dari

$$\min_{x \in R^n} g(\mathbf{x}, \alpha)$$

(iii) Untuk $\forall \alpha > 0$ maka akan diperoleh pertidaksamaan:

$$\|\mathbf{x}_\alpha^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \leq \frac{\nu}{2} \left(\left(\frac{\log 2}{\alpha} \right) + 2\xi \frac{\log 2}{\alpha} \right) \tag{24}$$

Dimana ξ didefinisikan:

$$\xi = \max_{1 \leq i \leq m} |(\mathbf{Ax}^* - \boldsymbol{\gamma})_i|$$

(iv) \mathbf{x}^* dan \mathbf{x}_α^* memenuhi $\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \mathbf{x}_\alpha^* = \mathbf{x}^*$ (25)

Evaluasi Performansi Klasifikasi

1. Akurasi, *sensitivity* dan *specificity*

Ukuran ketepatan klasifikasi dapat dilihat dari akurasi klasifikasi. Akurasi menunjukkan performansi teknik klasifikasi secara keseluruhan, semakin tinggi akurasi klasifikasi berarti semakin baik performansi teknik klasifikasi.

Tabel 1. Confusion Matrix Untuk Hasil Klasifikasi Biner

Kelas sebenarnya	Kelas prediksi	
	Positif	Negatif
Positif	tp	fn
Negatif	fp	tn

$$\text{Akurasi klasifikasi (\%)} = \frac{tp + tn}{tp + fp + tn + fn} \tag{26}$$

$$\text{Sensitivity (\%)} = \frac{tp}{tp + fn} \tag{27}$$

$$\text{Specificity (\%)} = \frac{tn}{fp + tn} \tag{28}$$

2. Kurva ROC (Receiver Operating Characteristics)

Kurva ROC adalah gambaran dua dimensi dari kinerja suatu pengklasifikasian. Suatu metode yang umum digunakan untuk menghitung nilai kinerja dari pengklasifikasian adalah dengan menghitung luas daerah dibawah kurva ROC, disebut dengan *Area Under the Receiver Operating Characteristics Curve (AUC)*. Nilai AUC selalu berada diantara 0 dan 1. Untuk suatu kurva ROC yang memadai, maka letaknya selalu berada di daerah sebelah atas dari garis diagonal (0,0) dan (1,1), sehingga tidak ada nilai AUC yang lebih kecil dari 0,5.

Tabel 2. Kategori Pengklasifikasian Berdasarkan Nilai AUC

Nilai AUC	Model diklasifikasikan sebagai
0.90 – 1.00	<i>Excellent</i>
0.80 – 0.90	<i>Good</i>
0.70 – 0.80	<i>Fair</i>
0.60 – 0.70	<i>Poor</i>
0.50 – 0.60	<i>Fail</i>

Sumber: (Mohanty et al., 2011)

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Variabel respon berasal dari Kemendagri yaitu status ketertinggalan desa pada Profil Desa dan Kelurahan 2011: Data Dasar Tipologi Klasifikasi, Kategori Desa Kelurahan (2012). Variabel prediktor berasal dari BPS yaitu data PODES Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011, yaitu rasio jumlah SD, rasio jumlah SMP, rasio jumlah dokter, rasio jumlah bidan, persentase sarana kesehatan, rasio jumlah toko/warung kelontong, rasio jumlah pasar tanpa bangunan, rasio jumlah koperasi, persentase keluarga yang tinggal di pemukiman kumuh, persentase keluarga yang tinggal di bantaran/tepi sungai, persentase keluarga petani, persentase warga yang menerima jamkesmas/jamkesda, persentase keluarga pengguna listrik, persentase rumah tangga yang memiliki telepon kabel, dan persentase surat miskin yang dikeluarkan desa. Penelitian dilakukan terhadap 1465 desa dan pengolahan data dilakukan dengan *software* MATLAB.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Performansi *Smoothing Function*

Pada tahap awal akan dipaparkan perbandingan performansi dari *smoothing function* terhadap *plus function* pada *piecewise polynomial function1* dan *piecewise polynomial function2*. Teorema yang akan digunakan berdasarkan pada penelitian Yuan, dkk (2007).

Teorema 2. *Piecewise polynomial function1*, $f_4(x, h)$ mempunyai sifat:

- (i) $f_4(x, h)$ mempunyai turunan kedua terhadap x .
- (ii) Untuk semua $x \in R$, $f_4(x, h) \geq x_+$;
- (iii) Untuk semua $x \in R$, maka $f_4(x, h)^2 - x_+^2 \leq \frac{1}{28}h^2$

Pembuktian:

- (i) Turunan pertama dan kedua dari $f_4(x, h)$ adalah sebagai berikut:

$$f_4(x, h) = \begin{cases} x, & x \geq \frac{1}{h} \\ \frac{1}{32}(hx + 1)^3 \left(h^2 x^3 - 3hx^2 + x + \frac{5}{h} \right), & -\frac{1}{h} < x < \frac{1}{h} \\ 0, & x \leq -\frac{1}{h} \end{cases}$$

Sehingga:

$$\nabla f_4(x, h) = \begin{cases} 1, & x \geq \frac{1}{h}, \\ \frac{1}{32}(hx + 1)^2 (6h^3 x^3 - 12h^2 x^2 - 2hx + 16), & -\frac{1}{h} < x < \frac{1}{h}, \\ 0, & x \leq -\frac{1}{h} \end{cases} \quad (29)$$

$$\nabla^2 f_4(x, h) = \begin{cases} 0, & x \geq \frac{1}{h}, \\ \frac{1}{32}(hx + 1)(3h^5 x^3 - 3h^4 x^2 - 3h^3 x + 3h^2), & -\frac{1}{h} < x < \frac{1}{h}, \\ 0, & x \leq -\frac{1}{h} \end{cases} \quad (30)$$

Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa $f_4(x, h)$ mempunyai turunan kedua terhadap x .

(ii) Untuk membuktikan $f_4(x, h) \geq x_+$, maka pembuktiannya adalah sebagai berikut:

Jika $-\frac{1}{h} \leq x \leq \frac{1}{h}$ maka, dengan menggunakan persamaan

$$f_4(x, h) = \frac{1}{32}(hx + 1)^3 \left(h^2 x^3 - 3hx^2 + x + \frac{5}{h} \right)$$

$$f_4'(x, h) = \frac{1}{32}(hx + 1)^2 (6h^3 x^3 - 12h^2 x^2 - 2hx + 16)$$

$$\Rightarrow f_4'(-\frac{1}{h}, h) = 0$$

Hal tersebut mengindikasikan bahwa $f_4(x, h)$ monoton naik, Sehingga $f_4(x, h) \geq (x)_+$

Untuk mencari titik monoton $f_4(x, h) \geq (x)_+$ menggunakan persamaan:

$$Q(x) = f_4(x, h) - (x)_+$$

Jika $-\frac{1}{h} \leq x \leq \frac{1}{h}$ maka:

$$Q(x) = f_4(x, h) - (x)_+ = \left(\frac{1}{32}(hx + 1)^3 \left(h^2 x^3 - 3hx^2 + x + \frac{5}{h} \right) \right) - x$$

$$Q'(x) = \frac{1}{32}(hx + 1)^2 (6h^3 x^3 - 12h^2 x^2 - 2hx + 16) - 1$$

Kemudian gunakan turunan kedua dari $Q(x)$

$$Q''(x) = \frac{1}{32}(hx+1)(3h^5x^3 - 3h^4x^2 - 3h^3x + 3h^2) = 0$$

$$= \frac{1}{32}(hx+1)(hx-1)^2 = 0$$

Sehingga $Q(x)$ monoton naik pada $[-\frac{1}{h}, \frac{1}{h}]$ dan jika $-\frac{1}{h} \leq x \leq \frac{1}{h}$ diperoleh

$$f_4(x, h) \geq (x)_+$$

(iii) Jika $x < h$ atau $x > \frac{1}{h}$, maka nilai dari $f_4(x, h)$ dan x_+ adalah sama, sehingga

$$f_4(x, h)^2 - x_+^2 = 0$$

Jika $-\frac{1}{h} < x < \frac{1}{h}$, untuk mendapatkan hasil, maka a ditransformasi menjadi $a = hx$,

$$a \in [0, 1].$$

$$\text{Sehingga } s(x) = f_4(x, h)^2 - x_+^2$$

$$= \left[\frac{1}{32}(hx+1) \left(h^2x^3 - 3hx^2 + x + \frac{5}{h} \right) \right]^2 - x^2,$$

Setelah mensubstitusi $a = hx$ ke dalam persamaan di atas diperoleh:

$$s(x) = s(a) = \frac{1}{704h^2} \left[(a+1)^6 (a^3 - 3a^2 + a + 5)^2 - 704a^2 \right] \tag{31}$$

Untuk $\forall a \in [0, 1]$, titik optimum pada $s(a)$ adalah $a = 3.984 \times 10^{-5}$. Sehingga

$$s(x) = f_4(x, h)^2 - x_+^2 \leq \frac{1}{28h^2}$$

Performansi *piecewise polynomial function* terhadap *plus function* dibuktikan oleh Wu dan Wang dalam penelitiannya juga berdasarkan teorema pada penelitian dari Yuan dkk (2007).

Berdasarkan hasil pada Lemma 1, Theorema 1 dan hasil penelitian Wu dan Wang, maka diperoleh perbandingan performansi dari *smoothing function* adalah sebagai berikut:

Teorema 3 (Lee dan Mangasarian, 2001). Jika $\rho = \frac{1}{k}$, dan $h > 0$. Maka hasil dari performansi *smoothing function* adalah:

(i) Jika *smooth function* yang didefinisikan pada (12) diperoleh:

$$p(x, h)^2 - x_+^2 \leq \left(\frac{\log 2}{h}\right)^2 + \frac{2\rho}{h} \log 2$$

$$= (\log^2 2 + 2 \log 2) \frac{1}{h^2} \approx 0.69267 \frac{1}{h^2} \tag{32}$$

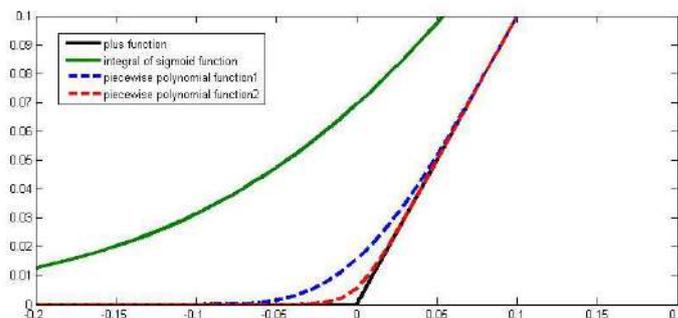
(ii) Jika *smooth function* yang didefinisikan pada (20) diperoleh:

$$f_4(x, h)^2 - x_+^2 \leq \frac{1}{28h^2} \approx 0.03571 \frac{1}{h^2} \tag{33}$$

(iii) Jika *smooth function* yang didefinisikan pada (21) diperoleh:

$$f_5(x, h)^2 - x_+^2 \leq \frac{1}{216h^2} \approx 0.00463 \frac{1}{h^2} \tag{34}$$

Theorem 3 menunjukkan bahwa *piecewise polynomial function2* mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan *piecewise polynomial function1* untuk *plus function* x_+ . Ketika h mempunyai nilai yang pasti, maka akan sangat mudah mendapatkan perbedaan dari *smooth function* di atas. Untuk menunjukan secara jelas perbedaan performansi *smooth function* dengan *plus function*, maka kita gunakan $h=10$ untuk semua fungsi tersebut dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan performansi *smoothing function* ($h=10$)

Pada Gambar 1 terlihat bahwa *piecewise polynomial function2* lebih mendekati pada kurva *plus function*. Hal tersebut menunjukkan bahwa *piecewise polynomial function2* mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan fungsi yang lain.

Konvergensi Model PPSSVM

Pembuktian untuk konvergensi dari model *PPSSVM1* dan *PPSSVM2* akan diperoleh ketika problem optimasi kedua model tersebut mendekati model awal pada (11), yaitu ketika h mendekati tak hingga. Teorema untuk *polynomial function* yang diterapkan pada model SSVM dikembangkan oleh Yuan, dkk (2007).

Teorema 4. Jika $\mathbf{A} \in R^{m \times n}$, $\boldsymbol{\gamma} \in R^{m \times 1}$, definisi dari fungsi riil $f(\mathbf{x}): R^n \rightarrow R$ dan $g_4(\mathbf{x}, h): R^n \times N \rightarrow R$ adalah sebagai berikut:

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \|(\mathbf{Ax} - \boldsymbol{\gamma})_+\|_2^2 + \frac{1}{2} \|\mathbf{x}\|_2^2 \tag{35}$$

$$g_4(\mathbf{x}, h) = \frac{1}{2} \|f_4(\mathbf{Ax} - \boldsymbol{\gamma}, h)\|_2^2 + \frac{1}{2} \|\mathbf{x}\|_2^2 \tag{36}$$

dengan $\forall h \geq 1$, maka:

Jika $f_4(x, h)$ adalah *piecewise polynomial function 1*, hasil yang diperoleh adalah:

- (i) $f(\mathbf{x})$ dan $g_4(\mathbf{x}, h)$ adalah *convex function*.
- (ii) \mathbf{X}^* adalah solusi unik untuk $\min_{\mathbf{x} \in R^n} f(\mathbf{x})$ dan \mathbf{x}_h^* juga merupakan solusi unik dari

$$\min_{\mathbf{x} \in R^n} g_4(\mathbf{x}, h)$$

- (iii) Untuk $\forall h \geq 1$ \mathbf{X}^* dan \mathbf{x}_h^* keduanya memenuhi:

$$\|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \leq \frac{\nu}{2} \left(\frac{1}{28h^2} \right) \tag{37}$$

- (iv) \mathbf{X}^* dan \mathbf{x}_h^* memenuhi $\lim_{h \rightarrow \infty} \mathbf{x}_h^* = \mathbf{x}^*$ (38)

Pembuktian:

- (i) $f: R^n \rightarrow R$, dan $0 \leq \theta \leq 1$

Dengan melihat pertidaksamaan pada *triangle inequality* dan persamaan pada *homogeneity of a norm*, maka:

$$f(\theta \mathbf{x}_1 + (1 - \theta) \mathbf{x}_2) \leq f(\theta \mathbf{x}_1) + f((1 - \theta) \mathbf{x}_2) = \theta f(\mathbf{x}_1) + (1 - \theta) f(\mathbf{x}_2)$$

Sehingga $f(\mathbf{x})$ adalah *convex function*.

Pembuktian terhadap $g_4(\mathbf{x}, h)$ dapat dilakukan dengan langkah yang sama.

- (ii) $L_v(f(\mathbf{x}))$ adalah *level set* dari $f(\mathbf{x})$. $L_v(g_4(\mathbf{x}, h))$ adalah *level set* dari $g_4(\mathbf{x}, h)$.

Ketika $f_4(x, h) \geq x_+$, maka akan didapatkan:

$$L_v(g_4(\mathbf{x}, h)) \subseteq L_v(f(\mathbf{x})) \subseteq \{\mathbf{x} \mid \|\mathbf{x}\|_2^2 \leq 2v\}$$

Oleh karena itu, $L_v(f(\mathbf{x}))$ dan $L_v(g_4(\mathbf{x}, h))$ adalah *compact subset* pada \mathbb{R}^n .

Dengan menggunakan sifat *convexity* pada $f(\mathbf{x})$ dan $g_4(\mathbf{x}, h)$ untuk $h > 0$, maka diperoleh solusi unik $\min_{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n} f(\mathbf{x})$ untuk $f(\mathbf{x})$ dan $\min_{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n} g_4(\mathbf{x}, h)$ untuk $g_4(\mathbf{x}, h)$.

- (iii) Dengan menggunakan *first order optimization* dan mempertimbangkan sifat *convexity* pada $f(\mathbf{x})$ dan $g_4(\mathbf{x}, h)$, maka pertidaksamaan yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned} f(\mathbf{x}_h^*) - f(\mathbf{x}^*) &\geq \nabla f(\mathbf{x}^*)(\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*) + \frac{1}{2} \|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_4(\mathbf{x}^*, h) - g_4(\mathbf{x}_h^*, h) &\geq \nabla g_4(\mathbf{x}_h^*, h)(\mathbf{x}^* - \mathbf{x}_h^*) + \frac{1}{2} \|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \end{aligned}$$

Jika kedua persamaan diatas dijumlahkan dengan catatan $f_4(x, h) \geq x_+$ maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned} \|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 &\leq f(\mathbf{x}_h^*) - f(\mathbf{x}^*) + g_4(\mathbf{x}^*, h) - g_4(\mathbf{x}_h^*, h) \\ &= (g_4(\mathbf{x}^*, h) - f(\mathbf{x}^*)) - (g_4(\mathbf{x}_h^*, h) - f(\mathbf{x}_h^*)) \leq g_4(\mathbf{x}^*, h) - f(\mathbf{x}^*) \\ &= \frac{1}{2} \|f_4(\mathbf{A}\mathbf{x}_h^* - \boldsymbol{\gamma}, h)\|_2^2 - \frac{1}{2} \|(\mathbf{A}\mathbf{x}^* - \boldsymbol{\gamma})_+\|_2^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada hasil (iii) pada Theorema 4.1.1 maka diperoleh:

$$\|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \leq \frac{v}{2} \left(\frac{1}{28h^2} \right).$$

Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa persamaan (4.12) adalah benar.

(iv) Ketika h mendekati tak hingga pada (4.12), maka diperoleh

$$\lim_{h \rightarrow \infty} \|\mathbf{x}_h^* - \mathbf{x}^*\|_2^2 \leq \lim_{h \rightarrow \infty} \frac{\nu}{2} \left(\frac{1}{28h^2} \right) = 0$$

Sehingga $\lim_{h \rightarrow \infty} \mathbf{x}_h^* = \mathbf{x}^*$

Hasil dari (iv) menjelaskan bahwa problem optimasi model *PPSSVM1* mendekati model awal (11) ketika h mendekati positif tak hingga, atau dengan kata lain *PPSSVM1* konvergen ke model awal.

Konvergensi *PPSSVM2* telah dibuktikan dalam penelitian Wu dan Wang (2013) dengan hasil yang diperoleh adalah:

(i) $f(\mathbf{x})$ dan $g_5(\mathbf{x}, h)$ adalah *convex function*.

(ii) \mathbf{X}^* adalah solusi unik untuk $\min_{\mathbf{x} \in R^n} f(\mathbf{x})$ dan \mathbf{x}_h^{**} juga merupakan solusi unik dari $\min_{\mathbf{x} \in R^n} g_5(\mathbf{x}, h)$

(iii) Untuk $\forall h \geq 1$ \mathbf{X}^* dan \mathbf{x}_h^{**} keduanya memenuhi

$$\|\mathbf{x}_h^{**} - \mathbf{x}^*\|_2^2 \leq \frac{\nu}{2} \left(\frac{1}{216h^2} \right) \tag{39}$$

(iv) \mathbf{X}^* dan \mathbf{x}_h^{**} memenuhi $\lim_{h \rightarrow \infty} \mathbf{x}_h^{**} = \mathbf{x}^*$ (40)

Hasil dari (iv) ini menjelaskan bahwa problem optimasi model *PPSSVM2* mendekati model awal (11) ketika h mendekati positif tak hingga. Hasil analisis teoritis tersebut menunjukkan bahwa model *PPSSVM2* mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan model *PPSSVM1*. Hal ini dapat terlihat dari nilai problem optimasi model *PPSSVM2* yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai problem optimasi model *PPSSVM1*.

Aplikasi Model *PPSSVM* untuk Klasifikasi Desa Tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur

Pada penelitian ini fungsi kernel yang digunakan pada tahapan klasifikasi desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur adalah kernel Gaussian. Domain pencarian parameter μ pada fungsi kernel Gaussian ditentukan dengan menentukan jarak minimum

antara objek dengan rata-rata vektor dari matriks yang disusun oleh nilai-nilai kelima belas variabel prediktor.

Tabel 3. Tingkat Akurasi Model SSVM, PPSSVM1 dan PPSSVM2

Model	Parameter		Akurasi data <i>training</i> (%)	Akurasi data <i>testing</i> (%)
	<i>Best v</i>	<i>Best μ</i>		
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
SSVM	0.7499	5.05 x 10 ⁻⁴	90.17	89.38
PPSSVM1	10.000	1.97 x 10 ⁻⁴	90.20	89.45
PPSSVM2	133.3521	7.65 x 10 ⁻⁵	90.06	89.59

Keterangan : Nilai-nilai yang dicetak tebal menunjukkan akurasi tertinggi

Hasil pengolahan yang ditunjukkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat akurasi data *testing* menggunakan model SSVM adalah 89,38% sedangkan dengan menggunakan metode PPSSVM1 adalah 89,45% dan metode PPSSVM2 sebesar 89,59%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan metode PPSSVM2 menghasilkan akurasi tertinggi untuk data *testing* pada kasus klasifikasi desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur menggunakan data PODES 2011. Berdasarkan ulasan di atas maka akan dicontohkan model PPSSVM2 untuk data terpartisi 90:10 adalah sebagai berikut:

Model PPSSVM2

$$\hat{f}(x) = \text{sign}(g(x)) = \text{sign}(\mathbf{x}'\mathbf{w} - \gamma)$$

$$g(x) = \mathbf{u}'\mathbf{D}'K(\mathbf{A}_{\text{training}}, \mathbf{A}_{\text{testing}}) - \gamma$$

$$= \begin{pmatrix} -0.41019 \\ -6.50612 \\ -1.25309 \\ \vdots \\ -0.05606 \end{pmatrix}_{(1.319 \times 1)} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 \end{pmatrix}_{(1.319 \times 1.319)} K(\mathbf{A}_{\text{training}}, \mathbf{A}_{\text{testing}})_{(1.319 \times 146)} - (0.114136)'_{(146 \times 1)}$$

dengan

$$K(\mathbf{A}_{\text{training}}, \mathbf{A}_{\text{testing}}) = -\mu \|\mathbf{A}_{(i)\text{training}} - \mathbf{A}_{(i)\text{testing}}\|_2$$

$$= -7.65 \times 10^{-5} \|\mathbf{A}_{(i)\text{training}} - \mathbf{A}_{(i)\text{testing}}\|_2$$

maka diperoleh:

$$g(x)' = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ -1 \end{pmatrix}_{(146 \times 1)}$$

Sehingga $g(x)$ merupakan vektor baris berukuran $1 \times$ (*jumlah data testing*) dan masing-masing tanda positif atau negatif setiap komponen vektor tersebut merupakan prediksi untuk klasifikasi desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011.

Evaluasi Performansi Klasifikasi

Evaluasi klasifikasi berdasarkan nilai akurasi, *sensitivity* dan *specificity* dapat ditunjukkan pada Tabel 4. Tingkat akurasi untuk model *SSVM* dan kedua model *PPSSVM* secara umum lebih dari 90%, hanya pada data terpartisi 80:20 tingkat akurasinya kurang dari nilai tersebut. Selain itu pada model *SSVM* data terpartisi 90:10 nilai akurasinya sebesar 88,36%, nilai ini relatif berbeda dengan kedua model lainnya dengan nilai akurasi sebesar 90,41%.

Nilai *specificity* pada data *testing* 40% dan 50% untuk model *SSVM* dan kedua model *PPSSVM* mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan kelompok data *testing* lainnya. Nilai *specificity* pada kelompok tersebut dibawah 80%. Sedangkan untuk kelompok data *testing* lainnya nilai *specificity* diatas 84%. Apabila dilihat dari rata-rata nilai *specificity*, maka model *PPSSVM1* mempunyai rata-rata nilai *specificity* tertinggi sebesar 85,85%.

Sebuah *classifier* yang baik umumnya memiliki *sensitivity* maupun *specificity* yang sama-sama tinggi. Ketiga metode yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi hal tersebut pada kelompok data terpartisi 80:20 dengan nilai *sensitivity* dan *specificity* di atas 88%.

Tabel 4. Sensitivity dan Specitifty Klasifikasi SSVM, dan PPSSVM1 dan PPSSVM2

Evaluasi Performansi	Partisi	SSVM (%)	PPSSVM1 (%)	PPSSVM2 (%)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Akurasi	90:10	88.36	90.41	90.41
	80:20	88.05	89.07	89.08
	70:30	91.57	92.48	91.80
	60:40	90.78	91.46	91.30
	50:50	92.08	92.35	92.62
Rata-rata		90.17	91.15	91.04
Sensitivity	90:10	72.50	72.50	72.50
	80:20	88.81	88.81	89.44
	70:30	94.72	95.05	94.39
	60:40	95.63	95.86	96.09
	50:50	96.64	96.82	97.17
Rata-rata		89.66	89.81	89.92
Specificity	90:10	94.34	97.17	97.17
	80:20	87.12	89.39	88.64
	70:30	84.56	86.76	86.03
	60:40	76.82	78.81	77.48
	50:50	76.51	77.11	77.11
Rata-rata		83.87	85.85	85.29

Keterangan : Nilai-nilai yang dicetak tebal menunjukkan akurasi, *sensitivity*, *specificity* tertinggi pada setiap kelompok data.

Tabel 5. Luas Area di bawah kurva ROC Hasil Klasifikasi SSVM, dan PPSSVM1 dan PPSSVM2

Evaluasi Performansi	Partisi	SSVM	PPSSVM1	PPSSVM2
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
AUC	90:10	0.834	0.848	0.848
	80:20	0.880	0.891	0.890
	70:30	0.896	0.909	0.902
	60:40	0.862	0.873	0.868
	50:50	0.866	0.870	0.871
Rata-rata		0.868	0.878	0.876

Keterangan : Nilai-nilai yang dicetak tebal menunjukkan nilai *AUC* tertinggi pada setiap kelompok data.

Secara umum berdasarkan Tabel 5 kinerja metode *SSVM* diklasifikasikan sebagai ‘good’. Sedangkan pada metode *PPSSVM1* dan *PPSSVM2* klasifikasi kinerjanya adalah ‘exellent’ pada data terpartisi 70:10, pada partisi lainnya klasifikasi kinerjanya adalah ‘good’. Metode *PPSSVM1* pada dasarnya mempunyai performansi yang lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya, hanya saja pada penelitian ini metode *PPSSVM1*

dan *PPSSVM2* dapat dikatakan sama baiknya dalam menentukan klasifikasi desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011. Hal tersebut dapat dilihat dari rata-rata nilai *AUC* pada metode *PPSSVM1* dan *PPSSVM2* yang relatif sama.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Analisis secara teoritis menunjukkan bahwa performansi *piecewise polynomial function2* lebih baik dibandingkan dengan *piecewise polynomial function1*. Selain itu konvergensi metode *PPSSVM2* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *PPSSVM1*. Sehingga secara teoritis dapat disimpulkan bahwa metode *PPSSVM2* adalah metode terbaik.
2. Evaluasi performansi model klasifikasi dengan menggunakan nilai akurasi *sensitivity*, *spesitifity* dan nilai *AUC*. Berdasarkan pada penelitian ini metode *PPSSVM1* dan *PPSSVM2* dapat dikatakan sama baiknya untuk klasifikasi desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011. Hal tersebut dilihat dari rata-rata nilai *AUC* yang relatif sama. Berdasarkan nilai *AUC* secara umum metode *PPSSVM1* dan *PPSSVM2* mampu mengklasifikasikan desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011 dengan baik, atau dengan kata lain kinerja metode tersebut diklasifikasikan sebagai 'good'.

Saran

1. Pada penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan untuk menambah variabel prediktor lebih banyak agar hasil yang dicapai menjadi lebih baik, misalnya variabel-variabel yang berhubungan dengan faktor alam/lingkungan, faktor kelembagaan, faktor sarana/prasarana, dan faktor sosial ekonomi penduduk yang belum digunakan dalam penelitian ini.
2. Pada penelitian ini kasus yang digunakan adalah desa tertinggal di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2011. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode *PPSSVM2* cenderung tidak bisa meningkatkan performansi secara signifikan dan

hasilnya tidak dapat disimpulkan secara *general*. Untuk itu dalam penelitian selanjutnya dapat digunakan data simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2006), *An Introduction to Categorical Data Analysis 2nd Ed*, John Wiley & Sons: New Jersey.
- Anguita, D., Ghelardoni, L., dan Ghio, A., (2012). The ‘K’ in K-fold Cross Validation. *ESANN 2012 proceedings, European Symposium on Artificial Neural Network, Computational Intelligence and Machine Learning. Bruges (Belgium)*.
- Bertsimas, D. dan Shioda, R. (2007), Clasification and Regression Via Integer Optimazion, *Journal of Operation Research*, Vol 55, No.2, hal 252-271.
- Dirjen Pemberdayaan Masyarakat Desa (PMD) Kemendagri, (2012), *Profil Desa dan Kelurahan 2011: Data Dasar Tipologi, Klasifikasi, Kategori Desa dan Kelurahan Menurut Provinsi*, Dirjen PMD Kemendagri, Jakarta.
- Faraggi, D., dan Reiser, B. (2002), Estimation of The Area Under The ROC Curve, *Journal of Statistics in Medicie*, Vol. 21, hal 3093-3106.
- Huang, C.M., Lee, Y.J., Lin D.K.J., dan Huang, S.Y. (2007), Model selection for support vector machine via uniform design, *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol. 52. hal. 335-346.
- Hsu, C.W., Chang, C. C., dan Lin, C. J. (2008). A practical guide to Support Vector Classification, Taipei: Information Engineering National Taiwan University.
- Kohavi, R. (1995), A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection, *Appears in the International Joint Coference on Artificial Intelligence (IJCAI), 1995*.
- Lee, Y.J., dan Mangasarian, O.L. (2001), A Smooth Support Vector Machine, *Jurnal of Computational Optimization and Applications* 20:5-22.
- Luo, L., Lin, C., Peng, H. dan Zhou, Q. (2006), A Study on Piecewise Polynomial Smooth Approximation to The Plus Function, In Proceedings of The ICARCV.

- Mangasarian, O.L., dan Musicant, D.R. (1999), Succesive Overrelaxation for Support Vector Machines, *IEEE Transactions on Neural Network*, 10, hal. 1032 – 1037.
- Metz, C.E. (2006), Receiver Operating Characteristic Analysis: A Tool for the Quantative Evolution of Observer Performance and Imaging Systems, *Journal of Amerian College of Radiology*, Vol.3, hal. 413 – 422.
- Mohanty, A.K., Beberta, S., dan Lenka,S.K. (2011). Classifying Benign and Malignant Mass using GLCM and GLRLM based Texture Features form Mammogram, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, Vol.1, hal 687-693.
- Purnami, S.W., Embong, A., Zain, J.M., dan Rahayu, S.P. (2009a), A Comparison of Smoothing Function In Smooth Support Vector Machine, *Will Be Presented in International Conference on Software Engineering & Computer Systems*.
- Vapnik, V. (1995). *The Nature of Statistical Learning Theory*, Springer-Verlag, New York
- Wu, Q., dan Wen Qing, W. (2013). Piecewise-Smooth Support Vector Machine for Clasification,*Hindawi Publishing Corporation Matematical Problems in Engineerin*, Volume 2013, Article ID 135149.
- Yuan, Y., dan Huang, T. (2005). A Polynomial Smooth Support Vector Machine for Classification, *Springer-Verlag, Berlin Heidelberg*, LNAI 3584: 157-164.
- , Yan J., dan Xu, C. (2005), Polynomial Smooth Support Vector Machine (PSSVM), *Chinese Journal of Computers*,28: 9-17.

KESENJANGAN PENGHASILAN ANTAR GENDER DI INDONESIA TAHUN 2013 DENGAN METODE DEKOMPOSISI *BLINDER-OAXACA*

Mardiana

Staf Badan Pusat Statistik

Abstract

This research aims to find out the gender earnings gap using Blinder-Oaxaca decomposition method. This method divides the causes of the gender earnings gap into endowment factor which is explained by age, education, residence, working hours, activity status, occupation and industry, as well as discrimination factor. Probit work participation did before estimate earnings by gender to eliminate bias in the sample selection. Using Sakernas August 2013, it is found that the gender earnings gap is 47,29 percentage point. Discrimination factor contribution is bigger than endowment factor in explaining the gender earnings gap in Indonesia. The contribution of discrimination factor is 41,40 percentage point (87,53 percent), while endowment factor contribution is 5,9 percentage point (12,47 percent).

Keywords: *Earnings gap, gender, Blinder-Oaxaca decomposition, endowment, discrimination*

I. PENDAHULUAN

Kesenjangan penghasilan antar gender merupakan salah satu topik penting dalam masalah ketenagakerjaan. Anker (1998) menjelaskan bahwa kesenjangan penghasilan antar gender terjadi di seluruh negara, tidak terkecuali Indonesia. Tijdens dan Klaveren (2012) menemukan bahwa kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia sebesar 13,7 persen di mana penghasilan laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Rendahnya penghasilan perempuan daripada laki-laki di Indonesia tidak terlepas dari budaya patriarki yang sering kali tidak menguntungkan bagi perempuan. Peran laki-laki sebagai pencari nafkah dan perempuan sebagai ibu rumah tangga membuat partisipasi

perempuan di pasar kerja tidaklah sebesar partisipasi laki-laki dan walaupun bekerja perempuan sering dibayar lebih murah dibandingkan laki-laki, meskipun memiliki karakteristik sosial-ekonomi (*endowment*) yang sama (Anker, 1998).

Ada berbagai macam penyebab terjadinya kesenjangan penghasilan antar gender, salah satunya adalah *stereotype* atau anggapan oleh majikan(*employer*) bahwa produktivitas perempuan di pasar kerja rendah. *Stereotype* ini menunjukkan adanya diskriminasi terhadap perempuan di pasar kerja, sehingga penghasilan perempuan lebih rendah daripada laki-laki. Menurut Jacobsen (1994), diskriminasi terjadi ketika dua orang yang memiliki produktivitas dan *tastes* yang sama tetapi diperlakukan berbeda baik dalam penghasilan ataupun akses ke pekerjaan.

Untuk mengukur seberapa besar kesenjangan penghasilan antar gender dan seberapa besar pengaruh diskriminasi, Oaxaca (1973) dan Blinder (1973) mendekomposisi penyebab perbedaan penghasilan menjadi dua bagian. Bagian pertama adalah perbedaan dalam karakteristik yang diobservasi (*explained variable*) atau biasa yang disebut sebagai perbedaan dalam *endowment* seperti umur, pendidikan, pengalaman, dan jenis pekerjaan. Bagian kedua adalah perlakuan dan penilaian yang berbeda terhadap dua kelompok di pasar kerja atau perbedaan dalam karakteristik yang tidak diobservasi (*unexplained variable*) atau biasanya disebut sebagai perbedaan karena diskriminasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia dengan menggunakan dekomposisi Binder-Oaxaca. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap partisipasi bekerja dari angkatan kerja, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap besarnya penghasilan laki-laki dan perempuan, dan seberapa besar kontribusi faktor *endowment* dan faktor diskriminasi terhadap kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia.

II. METODOLOGI

Tinjauan Referensi

Dalam penelitian ini digunakan teori partisipasi bekerja dan teori determinan kesenjangan penghasilan antar gender. Teori partisipasi bekerja menjelaskan bahwa individu yang berpartisipasi dalam pasar kerja dihadapkan pada pilihan untuk bekerja atau tidak bekerja (Becker, 1976). Oleh karena itu, sebelum dilakukan estimasi fungsi penghasilan perlu dicari probabilitas bekerja dari angkatan kerja untuk menghilangkan bias dalam pemilihan sampel.

Teori determinan kesenjangan penghasilan antar gender menjelaskan penyebab terjadinya perbedaan penghasilan antara laki-laki dan perempuan. Ada beberapa teori mengenai determinan kesenjangan penghasilan antar gender. Pertama adalah teori modal manusia, teori ini menjelaskan bahwa investasi perempuan pada modal manusia seperti pendidikan, lebih sedikit daripada laki-laki (Jacobsen, 1994). Kedua adalah teori perbedaan kompensasi, teori ini menjelaskan ada dua tipe pekerjaan dalam pasar kerja, yaitu *good jobs* dan *bad jobs* (Jacobsen, 1994).

Ketiga adalah teori *Feminist* (Gender), teori ini membagi *stereotype* atau karakteristik yang umumnya diatributkan pada perempuan menjadi tiga, yaitu *stereotype* positif, *stereotip* negatif, dan *stereotype* lainnya (Anker, 1998). Keempat adalah teori diskriminasi, Becker dalam Jacobsen (1994) mengajukan tiga model diskriminasi yang dikenal dengan "*taste for discrimination theory*", yaitu diskriminasi majikan, konsumen, dan pekerja.

Studi empiris yang berkaitan dengan partisipasi bekerja diantaranya dilakukan oleh Rangkuti (2009) yang menemukan bahwa umur berpengaruh kuadratik terhadap probabilitas bekerja. Probabilitas bekerja akan semakin besar jika berjenis kelamin laki-laki, berbadan sehat, tidak kawin, tinggal di perkotaan, jumlah anggota rumah tangga semakin banyak, dan memiliki anak yang masih sekolah. Studi lain yang berkaitan dengan kesenjangan penghasilan antar gender dilakukan oleh Ana Fa'atin (2010), yang menemukan besarnya kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia tahun 2008 sebesar 41,49 persen. Dari 41,49 persen tersebut, 19,17 persen disebabkan oleh faktor

endowment (tingkat pendidikan, pengalaman, lapangan usaha dan lokasi tempat tinggal), sisanya 22,32 persen disebabkan oleh faktor diskriminasi.

Dari uraian mengenai teori dan studi empiris mengenai partisipasi bekerja dan kesenjangan penghasilan antar gender, maka diperoleh kerangka pikir mengenai determinan yang mempengaruhi kesenjangan penghasilan antar gender. Sebelum dilakukan penghitungan besarnya kesenjangan penghasilan antar gender, terlebih dahulu dibentuk fungsi partisipasi bekerja untuk menghilangkan bias dalam pemilihan sampel. Selanjutnya, dibentuklah fungsi penghasilan laki-laki dan perempuan yang digunakan untuk menghitung besarnya kesenjangan penghasilan antar gender, serta seberapa besar kontribusi faktor *endowment* dan faktor diskriminasi yang mempengaruhinya dengan menggunakan metode Dekomposisi Blinder-Oaxaca.

Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan sumber data yang berasal dari Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) bulan Agustus 2013 dan unit analisis dalam penelitian ini adalah anggota rumah tangga yang berumur 15-64 tahun yang termasuk dalam kelompok angkatan kerja, baik laki-laki maupun perempuan. Dari sampel Sakernas Agustus 2013 didapatkan 318.546 angkatan kerja umur 15-64 tahun, yang terdiri dari 194.946 laki-laki dan 123.600 perempuan. Dari angkatan kerja umur 15-64 tahun, diperoleh individu bekerja sebanyak 301.895 yang terdiri dari 185.163 laki-laki dan 116.732 perempuan. Tabel 1 menjelaskan definisi operasional variabel tidak bebas dan variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel

Nama Variabel	Definisi Operasional
Variabel Tidak Bebas	
Partisipasi Bekerja dengan penghasilan	Bekerja dengan penghasilan ≥ 1 jam berturut-turut selama seminggu yang lalu. <i>Dummy</i> 1=bekerja dengan penghasilan, 0=tidak bekerja atau bekerja tetapi tidak punya penghasilan
In Penghasilan	Penghasilan selama sebulan yang besumber dari upah/ gaji, bunga modal, dan laba/profit hasil usaha
Kesenjangan Penghasilan	Perbedaan In penghasilan laki-laki dan perempuan
Variabel Bebas	
Jenis Kelamin	Perbedaan jenis kelamin secara biologis. <i>Dummy</i> 1=perempuan, 0=laki-laki
Umur	Umur yang dihitung berdasarkan ulang tahun terakhir
Status Kawin	Dibedakan berdasarkan status perkawinan. <i>Dummy</i> 1=kawin, 0=tidak/pernah kawin
Balita	Dilihat dari keberadaan anggota rumah tangga yang berumur 5 tahun kebawah. <i>Dummy</i> 1=ada, 0=tidak ada
Tempat Tinggal	Perbedaan menurut lokasi tempat tinggal. <i>Dummy</i> 1=perkotaan, 0=perdesaan.
Pendidikan	Jenjang pendidikan tertinggi yang ditamatkan. <i>Dummy</i> 1=SLTP/SMU/diploma/universitas, 0=SD ke bawah
Jam Kerja	Jumlah jam kerja dari pekerjaan utama selama sebulan
Jenis Pekerjaan	Jenis pekerjaan di tempat bekerja. <i>Dummy</i> 1=kerah putih/kerah abu-abu, 0=kerah biru
Lapangan Usaha	Lapangan usaha tempat bekerja. <i>Dummy</i> 1=manufaktur/jasa, 0=pertanian
Status Kegiatan	Status kegiatan tempat bekerja. <i>Dummy</i> 1=formal, 0=informal

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan analisis inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk memberikan penjelasan variabel-variabel yang memberikan pengaruh terhadap kesenjangan penghasilan antar di Indonesia. Analisis inferensial digunakan untuk mendapatkan fungsi partisipasi bekerja dan fungsi penghasilan laki-laki dan perempuan, sehingga dapat dicari perbedaannya untuk mengetahui besarnya kesenjangan penghasilan antar gender. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan metode probit dan metode dekomposisi Blinder-Oaxaca.

Model probit mengasumsikan bahwa terdapat variabel laten yang ditentukan oleh variabel independen X . Bentuk umum persamaan variabel laten tersebut sebagai berikut:

$$P_i^* = \beta_p X_{pi} + \varepsilon_{pi} \tag{1}$$

P_i^* merupakan variabel laten yang menjelaskan keputusan partisipasi bekerja, β_p merupakan koefisien determinan partisipasi bekerja, ε_{pi} merupakan *error term*. P_i^* adalah variabel yang tidak teramati karena data yang tersedia bersifat kategorik, sedangkan variabel yang teramati adalah P_i sehingga jika:

$$P_i \begin{cases} 1 & \text{jika } P_i^* > 0, \text{ individu memilih bekerja} \\ 0 & \text{jika } P_i^* \leq 0, \text{ individu memilih tidak bekerja} \end{cases}$$

Dari model partisipasi bekerja dengan menggunakan model probit, diperoleh variabel hazard λ_{pi} atau *invers mills ratio* yang merupakan variabel koreksi untuk menghilangkan *selectivity bias*. *Selectivity bias* muncul jika dalam mengestimasi fungsi penghasilan hanya dilakukan pada mereka yang statusnya bekerja dan memiliki informasi upah, sedangkan bagi mereka yang belum bekerja karena *reservation wagenya* tidak sesuai dan orang yang bekerja tetapi tidak dibayar, informasi penghasilannya tidak ada. Hal ini mengakibatkan sampel yang digunakan terpotong, sehingga estimasi parameter yang dihasilkan akan bias (Heckman, 1979). Oleh karena itu digunakan λ_{pi} , nilai λ_{pi} adalah sebagai berikut:

$$\lambda_{pi}(P_i^* > 0) = \frac{\phi(-\beta_p X_{pi})}{1 - \Phi(-\beta_p X_{pi})} \tag{2}$$

ϕ dan Φ adalah fungsi probabilitas densitas dan fungsi kumulatif berdistribusi normal standar.

Selanjutnya metode yang digunakan untuk mengestimasi penghasilan berdasarkan gender, mengacu pada model fungsi penghasilan Mincer (1974). Berikut adalah bentuk fungsi penghasilan Mincer:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \tag{3}$$

dimana $\ln Y_i$ merupakan natural logaritma dari besarnya penghasilan. Dalam penelitian ini fungsi penghasilan yang diperoleh juga sudah melakukan estimasi terhadap individu yang tidak memiliki informasi penghasilan, sehingga semua individu sudah memiliki informasi penghasilan.

Langkah berikutnya adalah mengukur kesenjangan penghasilan antar gender dengan menggunakan metode dekomposisi Blinder-Oaxaca, yaitu suatu metode yang digunakan untuk mengukur perbedaan laki-laki dan perempuan berdasarkan perbedaan *endowment* dan diskriminasi (Oaxaca, 1973 dan Blinder, 1973). Untuk mendapatkan fungsi penghasilan berdasarkan gender maka dibentuklah fungsi penghasilan laki-laki dan perempuan dari persamaan (3), sehingga terbentuk persamaan berikut:

$$\ln Y_{im} = \beta_{0m} + \beta_m X_{im} + \varepsilon_i \tag{4}$$

$$\ln Y_{if} = \beta_{0f} + \beta_f X_{if} + \varepsilon_i \tag{5}$$

Dengan menggunakan *Ordinary Least Squares* (OLS) persamaan (4) dan (5) menghasilkan estimasi sebagai berikut:

$$\ln \bar{Y}_{im} = \hat{\beta}_m \bar{X}_{im} \tag{6}$$

$$\ln \bar{Y}_{if} = \hat{\beta}_f \bar{X}_{if} \tag{7}$$

Persamaan (6) dikurangi persamaan (7) akan menghasilkan persamaan (8) sebagai berikut

:

$$\Delta \bar{Y}_{wi} = \ln \bar{Y}_{im} - \ln \bar{Y}_{if} = \hat{\beta}_m \bar{X}_{im} - \hat{\beta}_f \bar{X}_{if} \tag{8}$$

Dengan menambahkan $(\hat{\beta}_m \bar{X}_{if} - \hat{\beta}_m \bar{X}_{if})$ ke dalam persamaan (8) maka:

$$\Delta \bar{Y}_{wi} = \hat{\beta}_m \bar{X}_{im} - \hat{\beta}_f \bar{X}_{if} + \hat{\beta}_m \bar{X}_{if} - \hat{\beta}_m \bar{X}_{if} = \hat{\beta}_m (\bar{X}_{im} - \bar{X}_{if}) + \bar{X}_{if} (\hat{\beta}_m - \hat{\beta}_f) \tag{9}$$

$$\Delta \bar{Y}_{wi} = E + D$$

di mana $\Delta \bar{Y}_{wi}$ adalah besarnya kesenjangan penghasilan antar gender. $E = \hat{\beta}_m (\bar{X}_{im} - \bar{X}_{if})$, adalah kesenjangan penghasilan karena perbedaan *endowment*. $D = \bar{X}_{if} (\hat{\beta}_m - \hat{\beta}_f)$, adalah kesenjangan penghasilan karena diskriminasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Angkatan Kerja Umur 15-64 Tahun

Tabel 2 memberikan informasi mengenai gambaran umum angkatan kerja menurut jenis kelamin dan karakteristik sosial demografi. Dari data Sakernas 2013 didapatkan 318.546 individu umur 15-64 tahun yang termasuk kelompok angkatan kerja, yang terdiri dari 61,2 persen laki-laki dan 38,8 persen perempuan. Kelompok angkatan kerja ini rata-rata berumur 38 tahun, baik laki-laki maupun perempuan. Berdasarkan pendidikannya, sebagian besar angkatan kerja baik laki-laki maupun perempuan berpendidikan rendah, yang ditunjukkan oleh besarnya persentase angkatan kerja yang berpendidikan SD ke bawah. Secara umum dapat dikatakan, sebagian besar individu kelompok angkatan kerja, baik laki-laki maupun perempuan berstatus kawin, tidak mempunyai balita di dalam rumah tangganya, dan tinggal di perdesaan.

Tabel 2 Deskripsi Angkatan Kerja Umur 15-64 Tahun Menurut Jenis Kelamin dan Karakteristik Sosial Demografi Tahun 2013

Karakteristik		L	P	Total
(1)		(2)	(3)	(4)
Umur (rata-rata dalam tahun)		38,36 (12,40)	38,26 (12,08)	38,32 (12,28)
Pendidikan Terakhir yang Ditamatkan (%)	≤SD	44,25	49,66	46,35
	SLTP	19,27	15,99	17,99
	SMU	18,95	15,13	17,47
	SMK	9,03	6,58	8,08
	Diploma Universitas	2,07 6,43	4,06 8,58	2,84 7,27
Total		100,00	100,00	100,00
Status Kawin (%)	Kawin	74,59	72,37	73,73
	Tidak/pernah kawin	25,41	27,63	26,27
	Total	100,00	100,00	100,00
Balita (%)	Ada	26,32	23,56	25,25
	Tidak Ada	73,68	76,44	74,75
	Total	100,00	100,00	100,00
Tempat Tinggal (%)	Perkotaan	44,53	43,53	44,14
	Perdesaan	55,47	56,47	55,86
	Total	100,00	100,00	100,00
Observasi (N)		194.946	123.600	318.546

Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Gambaran Umum Individu Bekerja Umur 15-64 Tahun

Tabel 3 Deskripsi Individu Bekerja Umur 15-64 Tahun Menurut Jenis Kelamin dan Karakteristik Sosial Demografi Tahun 2013

Karakteristik		L	P	Total
(1)		(2)	(3)	(4)
Umur (rata-rata dalam tahun)		38,99 (12,17)	38,96 (11,82)	38,98 (12,03)
Pendidikan Terakhir yang Ditamatkan (%)	≤SD	45,19	51,25	47,53
	SLTP	19,19	15,82	17,89
	SMU	18,46	14,14	16,79
	SMK	8,63	6,18	7,68
	Diploma Universitas	2,07 6,47	4,02 8,59	2,82 7,29
Total		100,00	100,00	100,00
Status Kawin (%)	Kawin	77,31	74,83	76,35
	Tidak/pekerjaan kawin	22,69	25,17	23,65
	Total	100,00	100,00	100,00
Balita (%)	Ada	27,38	24,40	26,23
	Tidak Ada	72,62	75,60	73,77
	Total	100,00	100,00	100,00
Tempat Tinggal (%)	Perkotaan	43,89	42,85	43,49
	Perdesaan	56,11	57,15	56,51
	Total	100,00	100,00	100,00
Jam Kerja (rata-rata jam kerja sebulan)		159,23 (79,70)	140,34 (82,01)	151,92 (81,13)
Jenis Pekerjaan (%)	Kerah putih	11,88	16,72	13,75
	Kerah abu-abu	15,96	29,24	21,10
	Kerah biru	72,16	54,04	65,15
	Total	100,00	100,00	100,00
Lapangan Usaha (%)	Pertanian	41,78	39,40	40,86
	Manufaktur	20,15	10,99	16,60
	Jasa	38,07	49,61	42,54
	Total	100,00	100,00	100,00
Status Kegiatan (%)	Formal	40,97	32,25	37,60
	Informal	59,03	67,75	62,40
	Total	100,00	100,00	100,00
Observasi (N)		185.163	116.732	301.895

Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Gambaran umum individu bekerja dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel diperoleh informasi bahwa pada tahun 2013 terdapat 301.895 individu bekerja atau sebesar 94,77 persen dari seluruh angkatan kerja. Kelompok individu bekerja ini terdiri dari 61,33

persen laki-laki dan 38,67 persen perempuan. Jumlah laki-laki yang bekerja lebih banyak daripada perempuan, kondisi ini seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa perbedaan peran gender telah berdampak pada pembagian kerja dalam rumah tangga.

Rata-rata umur individu bekerja, baik laki-laki maupun perempuan 39 tahun dan sebagian besar berpendidikan rendah atau SD ke bawah. Sama seperti angkatan kerja keseluruhan, sebagian besar individu bekerja baik laki-laki maupun perempuan berstatus kawin, tidak mempunyai balita di dalam rumah tangganya, dan tinggal di perdesaan. Dilihat dari karakteristik pekerjaannya, rata-rata jam kerja individu bekerja sebulan adalah 152 jam, jam kerja laki-laki lebih panjang daripada jam kerja perempuan. Ini dikarenakan, perempuan membagi waktunya untuk bekerja di rumah, bekerja di pasar kerja, dan *leisure*. Sebaliknya, laki-laki hanya membagi waktunya untuk bekerja di pasar kerja dan *leisure* (Gronau, 1977).

Berdasarkan status kegiatan dan jenis pekerjaannya, sebagian besar individu bekerja baik laki-laki maupun perempuan bekerja di sektor informal dan jenis pekerjaannya kerah biru, yaitu tenaga usaha pertanian, tenaga produksi operator alat angkutan, pekerja kasar, dan lainnya. Sebagian besar individu bekerja, banyak bekerja di lapangan usaha jasa, tetapi jika dilihat menurut jenis kelaminnya sebagian besar laki-laki bekerja di lapangan usaha pertanian, sedangkan perempuan di lapangan usaha jasa.

Model Partisipasi Bekerja dengan Penghasilan Angkatan Kerja

Dari hasil pengujian signifikansi model probit partisipasi bekerja dengan penghasilan dari angkatan kerja diperoleh nilai $-2 \log \text{likelihood}$ dari uji G sebesar 44346,22 dan $\text{prob} > \chi^2$ sebesar 0,000. Ini artinya, model ini signifikan pada tingkat kepercayaan 95 persen. Secara terpisah setiap variabel bebas dan variabel interaksi yang digunakan dalam model berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat kepercayaan 95 persen yang ditunjukkan oleh nilai $p > |z|$ yang bernilai 0,000. Model probit partisipasi bekerja dengan penghasilan dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$P_i^* = -1,6336 + 0,0835 \text{ umur} - 0,0011 \text{ umur}^2 + 0,1026 \text{ sltp} + 0,2194 \text{ smu} + 0,377 \text{ smk} + 0,9015 \text{ dip} + 0,9193 \text{ univ} - 0,0316 \text{ perempuan} + 0,0382 \text{ kawin} + 0,5275 \text{ kota} + 0,081 \text{ balita} - 0,1165 \text{ perbal} - 0,4049 \text{ perkwn} \quad (10)$$

Untuk melihat pengaruh perubahan dari satu variabel bebas terhadap variabel terikat maka diperlukan estimasi efek marjinal. Efek marjinal dari tiap variabel bebas dalam model partisipasi bekerja dengan penghasilan disajikan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 diketahui bahwa umur berhubungan kuadratik terhadap probabilitas bekerja dengan penghasilan dengan puncaknya pada umur 39 tahun, setelah umur 39 tahun penambahan umur justru akan memperkecil probabilitas seseorang untuk bekerja dengan penghasilan. Hal ini ditunjukkan oleh variabel umur² yang bernilai negatif.

Tabel 4 Efek Marjinal Setiap Variabel Pada Fungsi Probabilitas Bekerja dengan Penghasilan Tahun 2013

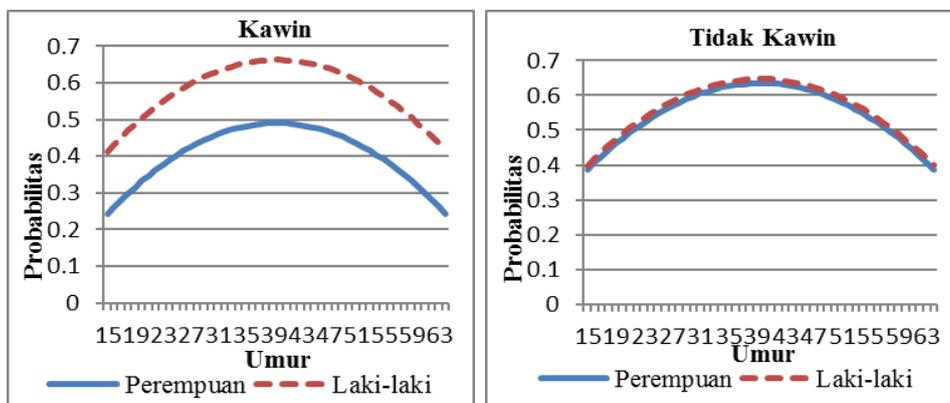
Variabel	dy/dx	Std. Error	z	P > z
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Umur	0,0328	0,0005	61,88	0,000
Umur ²	-0,0004	0,0000	-63,50	0,001
Tingkat Pendidikan				
SD ke bawah (acuan)				
SLTP	0,0400	0,0025	15,63	0,000
SMU	0,0846	0,0026	32,11	0,000
SMK	0,1413	0,0033	40,24	0,000
Diploma	0,2931	0,0038	55,29	0,000
Universitas	0,3040	0,0027	82,91	0,000
Jenis Kelamin				
Laki-laki (acuan)				
Perempuan	-0,0124	0,0037	-3,37	0,000
Status Kawin				
Tidak/pernah kawin (acuan)				
Kawin	0,0150	0,0034	4,49	0,000
Tempat Tinggal				
Perdesaan (acuan)				
Perkotaan	0,2035	0,0019	106,27	0,000
Balita	0,0317	0,0029	11,06	0,000
Perempuan*Balita	-0,0461	0,0046	-9,99	0,000
Perempuan*Kawin	-0,1598	0,0045	-35,29	0,000

Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Pendidikan berpengaruh positif terhadap probabilitas bekerja dengan penghasilan. Hasil ini sesuai dengan temuan Setiawan (2010) bahwa lamanya pendidikan akan meningkatkan probabilitas bekerja. Gender juga mempengaruhi probabilitas seseorang untuk bekerja dengan penghasilan, probabilitas perempuan untuk bekerja dengan penghasilan lebih rendah 1,24 persen daripada laki-laki. Probabilitas bekerja dengan penghasilan perempuan akan semakin kecil lagi jika berstatus kawin dan memiliki balita.

Probabilitas bekerja dengan penghasilan bagi perempuan yang berstatus kawin lebih kecil 15,98 persen dibandingkan dengan laki-laki tidak/pernah kawin. Probabilitas perempuan yang memiliki balita untuk bekerja dengan penghasilan lebih kecil 4,61 persen dibandingkan dengan laki-laki tidak memiliki balita. Hal ini dikarenakan budaya patriarki yang berkembang di dalam masyarakat, di mana laki-laki sebagai pencari nafkah dan perempuan mengurus rumah tangga dan anak (Anker, 1998).

Probabilitas bekerja dengan penghasilan individu yang kawin lebih besar 1,5 persen daripada individu yang tidak/pernah kawin. Individu yang berstatus kawin memiliki tanggung jawab yang besar untuk mencukupi kebutuhan ekonomi keluarga, sehingga akan meningkatkan probabilitas bekerja dengan penghasilan (Co dkk., 2002). Lain halnya dengan perempuan, status kawin justru akan menurunkan probabilitas bekerja dengan penghasilan karena tanggung jawabnya mengurus rumah tangga. Pada saat variabel lain bernilai konstan, probabilitas bekerja dengan penghasilan bagi perempuan yang berstatus kawin lebih kecil 15,98 persen dibandingkan dengan kategori acuannya laki-laki tidak/pernah kawin. Gambar 1 menunjukkan probabilitas bekerja menurut jenis kelamin dan status kawin.



Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Gambar 1 Pola Probabilitas Partisipasi Bekerja dari Angkatan Kerja Umur 15-64 Tahun Menurut Jenis Kelamin dan Status Kawin Tahun 2013

Sama seperti status kawin, keberadaan balita dalam rumah tangga juga meningkatkan probabilitas bekerja dengan penghasilan lebih besar 3,17 persen daripada individu yang tidak memiliki balita dalam rumah tangga. Probabilitas perempuan yang memiliki balita untuk bekerja dengan penghasilan lebih kecil 4,61 persen dibandingkan

dengan kelompok laki-laki tidak memiliki balita. Dilihat dari tempat tinggalnya, individu yang tinggal di perkotaan memiliki probabilitas bekerja dengan penghasilan 20,35 persen lebih besar daripada individu yang tinggal di perdesaan. Hal ini dikarenakan, perkotaan merupakan pusat kegiatan perekonomian, sehingga kemungkinan mendapatkan pekerjaan dan penghasilan lebih besar.

Model Penghasilan Berdasarkan Gender

Dari model penghasilan laki-laki dan perempuan yang terbentuk, semua variabel bebas secara bersama-sama signifikan mempengaruhi variabel terikat pada tingkat kepercayaan 95 persen dengan nilai F masing-masing sebesar 6956,27 dan 5699,63. Secara terpisah setiap variabel bebas di dalam model berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat pada tingkat kepercayaan 95 persen. Koefisien determinasi R^2 pada model penghasilan laki-laki dan perempuan adalah sebesar 36,04 persen dan 42,28 persen. Berikut adalah model penghasilan laki-laki dan perempuan yang terbentuk dari Tabel 5.

Model penghasilan laki-laki:

$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{hasil}_m) = & 12,2457 + 0,0497\text{umur}_m - 0,0005\text{umur}^2_m + 0,1880\text{sltp}_m + 0,3715\text{smu}_m + \\ & 0,3875\text{smk}_m + 0,6529\text{dip}_m + 0,8543\text{univ}_m + 0,0688\text{kota}_m + 0,1521\text{formal}_m + \\ & 0,1115\text{Kputih}_m + \\ & 0,0615\text{Kabu}_m + 0,1893\text{Smanuf}_m + 0,0479\text{Sjasa}_m + 0,0016\text{jamker}_m - \\ & 0,0728\text{lambda}I_m \end{aligned} \quad (11)$$

Model penghasilan perempuan:

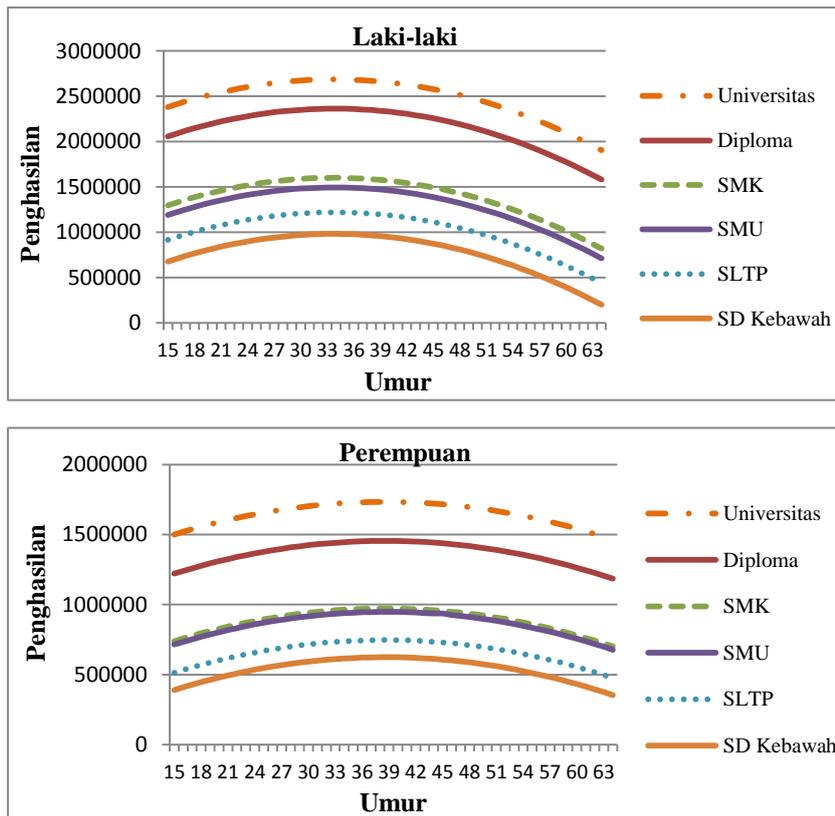
$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{hasil}_f) = & 11,5306 + 0,0493\text{umur}_f - 0,0005\text{umur}^2_f + 0,2629\text{sltp}_f + 0,4729\text{smu}_f + \\ & 0,5757\text{smk}_f + 0,9117\text{dip}_f + 1,1232\text{univ}_f + 0,1998\text{kota}_f + 0,1258\text{formal}_f + \\ & 0,1841\text{Kputih}_f + 0,0975\text{Kabu}_f + 0,0831\text{Smanuf}_f - 0,0469\text{Sjasa}_f + \\ & 0,0019\text{jamker}_f + 0,1144\text{lambda}I_f \end{aligned} \quad (12)$$

Tabel 5 Model Penghasilan Berdasarkan Gender Tahun 2013

Variabel	Laki-laki		Perempuan	
	Koefisien	P> t	Koefisien	P> t
Umur	0,0497	0,000	0,0493	0,000
Umur ²	-0,0005	0,000	-0,0005	0,000
Tingkat Pendidikan				
SD ke bawah (acuan)				
SLTP	0,1880	0,000	0,2629	0,000
SMU	0,3715	0,000	0,4729	0,000
SMK	0,3875	0,000	0,5757	0,000
Diploma	0,6529	0,000	0,9117	0,000
Universitas	0,8543	0,000	1,1232	0,000
Tempat Tinggal				
Perdesaan (acuan)				
Perkotaan	0,0688	0,000	0,1998	0,000
Status Kegiatan				
Informal (acuan)				
Formal	0,1521	0,000	0,1258	0,000
Jenis Pekerjaan				
Kerah biru (acuan)				
Kerah putih	0,1115	0,000	0,1841	0,000
Kerah abu-abu	0,0615	0,000	0,0975	0,000
Lapangan Usaha				
Pertanian (acuan)				
Manufaktur	0,1893	0,000	0,0831	0,000
Jasa	0,0479	0,000	-0,0469	0,000
Jam kerja	0,0016	0,000	0,0019	0,000
Lambda1	-0,0728	0,066	0,1144	0,000
Konstanta	12,2457	0,000	11,5306	0,000

Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Model penghasilan berdasarkan gender menunjukkan umur berpengaruh kuadratik terhadap penghasilan laki-laki dan perempuan dengan puncaknya pada umur 48 tahun dan 49 tahun. Pendidikan berpengaruh positif terhadap penghasilan laki-laki maupun perempuan. Hal ini dikarenakan, semakin tinggi tingkat pendidikan, maka semakin tinggi produktivitasnya, sehingga penghasilan yang bisa diperoleh akan semakin tinggi (Jacobsen, 1994). Pengaruh pendidikan terhadap penghasilan laki-laki dan perempuan dapat dilihat pada Gambar 2.



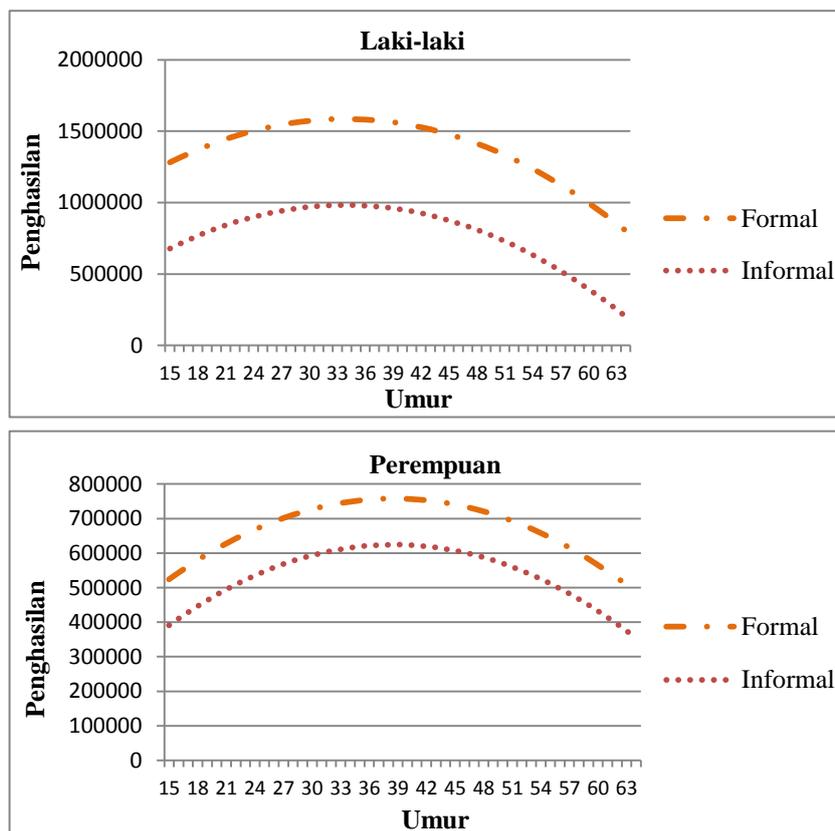
Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Gambar 2 Pola Estimasi Penghasilan Umur 15-64 Tahun Menurut Jenis Kelamin dan Pendidikan Tahun 2013

Penghasilan laki-laki dan perempuan yang tinggal di perkotaan akan lebih besar 6,88 persen dan 19,98 persen dibandingkan tinggal di perdesaan. Berdasarkan karakteristik pekerjaannya, jam kerja perempuan di pasar kerja lebih rendah daripada laki-laki, karena itu penghasilan perempuan lebih rendah daripada laki-laki (Hundley, 2001). Setiap kenaikan satu jam kerja laki-laki dan perempuan akan meningkatkan penghasilannya sebesar 0,16 persen dan 0,19 persen. Penghasilan laki-laki dan perempuan yang bekerja di sektor formal lebih besar daripada bekerja di sektor informal, yaitu 15,21 persen dan 12,58 persen. Pengaruh status kegiatan terhadap penghasilan laki-laki dan perempuan dapat dilihat pada Gambar 3.

Penghasilan laki-laki dan perempuan yang jenis pekerjaannya kerah putih dan kerah abu-abu lebih besar daripada yang jenis pekerjaannya kerah biru, yaitu 11,15 persen dan 6,15 persen untuk laki-laki dan 18,41 persen, dan 9,75 persen untuk perempuan. Penghasilan laki-laki yang bekerja di lapangan usaha manufaktur dan jasa lebih besar

daripada yang bekerja di lapangan usaha pertanian, yaitu 18,93 persen dan 4,8 persen. Penghasilan perempuan yang bekerja di lapangan usaha manufaktur lebih besar 8,31 persen daripada yang bekerja di lapangan usaha pertanian, sedangkan penghasilan perempuan yang bekerja di lapangan usaha jasa lebih kecil 4,69 persen daripada yang bekerja di lapangan usaha pertanian.



Sumber: Hasil olah Sakernas Agustus 2013

Gambar 3 Pola Estimasi Penghasilan Umur 15-64 Tahun Menurut Jenis Kelamin dan Status Kegiatan Tahun 2013

Kesenjangan Penghasilan Antar Gender

Besarnya kesenjangan penghasilan antar gender dapat diukur dengan menggunakan metode Dekomposisi Blinder-Oaxaca. Metode ini tidak hanya dapat mengukur besarnya kesenjangan penghasilan antar gender, tetapi juga dapat mendekomposisi penyebab kesenjangan penghasilan antar gender menjadi dua bagian, yaitu karena karakteristik yang diobservasi (faktor *endowment*) dan karena karakteristik yang tidak diobservasi (faktor diskriminasi). Penghitungan dengan metode Dekomposisi Blinder-Oaxaca seperti yang disajikan pada Tabel 6, menghasilkan kesenjangan

penghasilan antar gender sebesar 0,4729. Nilai ini mengindikasikan ada perbedaan penghasilan yang diperoleh laki-laki dan perempuan, di mana rata-rata penghasilan laki-laki lebih besar 47,29 persentase poin daripada rata-rata penghasilan perempuan.

Dari 47,29 persentase poin kesenjangan penghasilan tersebut, hanya 5,9 persentase poin (12,47 persen) yang dapat dijelaskan oleh perbedaan karakteristik laki-laki dan perempuan (faktor *endowment*). Nilai ini jauh lebih kecil daripada yang dapat dijelaskan oleh karakteristik yang tidak di observasi (faktor diskriminasi) yaitu sebesar 41,40 persentase poin (87,53 persen). Dengan demikian besarnya kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia dikarenakan adanya diskriminasi di dalam pasar kerja. Menurut Ozcan dkk (2003), diskriminasi di dalam pasar kerja bisa terjadi karena dua hal, yaitu diskriminasi karena budaya patriarki, seperti orang tua yang lebih mementingkan pendidikan anak laki-laki daripada anak perempuan, karena perempuan dianggap lebih bertanggung jawab untuk mengurus rumah tangga, sedangkan laki-laki mencari nafkah (*Pro discrimination*) dan diskriminasi karena adanya *stereotype* (anggapan) negatif dari majikan terhadap produktivitas perempuan (*Post discrimination*). Kedua diskriminasi ini menyebabkan penghasilan perempuan di pasar kerja lebih rendah daripada laki-laki.

Tabel 6 Dekomposisi Kesenjangan Penghasilan Antar Gender Tahun 2013

Variabel	Total Kesenjangan Penghasilan ($\Delta \bar{Y}_{si}$)	Faktor <i>Endowment</i> (E_s)	Faktor Diskriminasi (D_s)
Umur		-0,0036	
Pendidikan		0,0010	
Tempat tinggal		0,0010	
Jam kerja		0,0359	
Status kegiatan		0,0125	
Jenis Pekerjaan		-0,0155	
Lapangan usaha		0,0119	
Lambda1		0,0158	
Total	0,4729	0,0590	0,4140
Total (%)	100,00	12,47	87,53

Sumber: Hasil Olah Sakernas Agustus 2013

Dilihat tanda dari masing-masing koefisien faktor *endowment* pada Tabel 6. Nilai variabel yang positif mencerminkan perbedaan variabel *endowment* tersebut akan meningkatkan kesenjangan penghasilan antar gender, sedangkan nilai variabel yang negatif akan mengurangi kesenjangan penghasilan antar gender (Kapsos, 2008). Nilai

variabel yang positif diperoleh untuk variabel pendidikan, tempat tinggal, jam kerja, status kegiatan, dan lapangan usaha. Sedangkan nilai variabel yang negatif diperoleh untuk variabel jenis pekerjaan. Variabel yang berkontribusi paling besar dalam meningkatkan kesenjangan penghasilan antar gender adalah jam kerja, yaitu sebesar 3,59 persentase poin. Ini mencerminkan semakin banyak jam kerja laki-laki, maka semakin meningkatkan kesenjangan penghasilan antar gender. Sebaliknya, variabel yang berkontribusi paling rendah bahkan dapat mengurangi kesenjangan penghasilan antar gender adalah jenis pekerjaan, yaitu sebesar 1,55 persentase poin. Ini artinya, distribusi perempuan di seluruh jenis pekerjaan, berperan untuk mengurangi kesenjangan antar gender.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis partisipasi bekerja dengan penghasilan dari angkatan kerja ditemukan bahwa pengaruh umur adalah kuadratik. Probabilitas bekerja dengan penghasilan akan semakin besar jika semakin tinggi pendidikan, berstatus kawin, ada balita, dan tinggal di perkotaan. Perempuan memiliki probabilitas bekerja dengan penghasilan lebih rendah daripada laki-laki dan akan semakin kecil jika berstatus kawin dan ada balita.

Hasil analisis determinan penghasilan antar gender menemukan bahwa umur berhubungan kuadratik dengan besarnya penghasilan. Penghasilan laki-laki maupun perempuan akan semakin besar jika semakin tinggi pendidikan, tinggal di perkotaan, bekerja di sektor formal, jenis pekerjaan kerah putih, jam kerja lebih panjang, dan bekerja di lapangan usaha manufaktur.

Selanjutnya dari hasil analisis dekomposisi Blinder-Oaxaca ditemukan bahwa kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia sebesar 47,29 persentase poin. Kontribusi faktor *endowment* dan faktor diskriminasi terhadap kesenjangan penghasilan antar gender sebesar 87,53 persen dan 12,47 persen. Hal ini menunjukkan bahwa kontribusi faktor diskriminasi terhadap kesenjangan penghasilan antar gender lebih besar daripada kontribusi faktor *endowment*.

Untuk menghilangkan kesenjangan penghasilan antar gender adalah dengan memperbesar faktor *endowment* perempuan melalui: peningkatan pendidikan perempuan, mendorong perempuan untuk lebih banyak bekerja di sektor formal, di lapangan usaha manufaktur, dan masuk dalam jenis pekerjaan kerah putih. Untuk menghilangkan diskriminasi terhadap perempuan dapat dilakukan dengan mengkampanyekan anti diskriminasi terhadap perempuan atau menegakkan peraturan tentang anti diskriminasi terhadap perempuan.

Saran

Idealnya masih banyak variabel lain yang dapat menjelaskan kesenjangan penghasilan antar gender, seperti, skala perusahaan, jeda kerja, bakat alami yang diwariskan orangtua, dan lingkungan. Variabel-variabel ini dapat dimasukkan dalam penelitian berikutnya, agar kontribusi faktor *endowment* dapat lebih besar.

Penelitian ini juga belum menjelaskan trend kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia, sehingga diharapkan penelitian berikutnya dapat menjelaskan trend kesenjangan penghasilan antar gender untuk melihat apakah kesenjangan penghasilan antar gender di Indonesia semakin membesar atau semakin mengecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anker, Richard. 1998. *Gender and Jobs: Sex Segregation of Occupations In The World*. Geneva: International Labour Office.
- Ana Fa'atin. 2010. "Analisis Pengangguran Perempuan: Apakah Menjadi Pengangguran merupakan Pilihan Sukarela?". Tesis. Depok: Program Studi Pasca Sarjana Kajian Kependudukan dan Ketenagakerjaan Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Keadaan Pekerja di Indonesia Agustus 2013*. Jakarta.
- Becker, Gary S. 1976. *The Economic Approach to Human Behaviour*. The University of Chicago Press.
- Blinder, A. 1973. Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates. *Journal of Human Resources*, Vol. 8 (4), pp. 43

- Co, Catherine Y., Ira N.Gang, dan Myeong-Su Yun. 2002. Self-Employment and Wage Earning: Hungary During Transition. *IZA Discussion Paper No. 572*.
- Gronau, Reuben. 1977. "Leisure, Home Production, and Work - the Theory of the Allocation of Time Revisited". *The Journal of Political Economy*, Vol. 85, No.6, pp.1099-1123. The University of Chicago Press.
- Heckmann, J. (1979). "Sample Selection Bias As a Specification Error". *Econometrica*, Vol. 47, pp.153-161.
- Hundley, Greg. (2001). Why Women Earn Less Than Men In Self-Employment. *Journal of Labor Research* 22, pp.817-829.
- Jacobsen, P Joyce. (1994). *The Economic of Gender*. Massachusetts: Blackwell.
- Kapsos, Steven. (2008). "The Gender Wage Gap in Bangladesh". ILO Asia-Pacific Working Paper Series.
- Mincer, J. 1974. *Schooling, Experience and Earnings*. New York: Columbia University Press.
- Oaxaca, R. (1973). Male-Female Wage Differential in Urban Labor Markets. *International Economic Review* 14 (4), pp. 693-709.
- Ozcan, Yusuf Ziya., Senay Ucdogruk, dan Kivilcim Metin Ozcan. (2003). Wage Differences by Gender, Wage and Self Employment in Urban Turkey. *Journal of Economic Cooperation* 24, pp.1-24.
- Rangkuti, Hasnani. (2009). "Pengaruh Kesenjangan Penghasilan Dalam Keputusan Bermigrasi Tenaga Kerja di Indonesia: Analisis Data IFLS 1993 dan 2000". Tesis. Depok: Program Studi Pasca Sarjana Kajian Kependudukan dan Ketenagakerjaan Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Setiawan, Budi. (2010). "Efek Diploma dan Pengalaman Kerja Pada Upah dan Jam Kerja di Indonesia". Tesis. Depok: Program Studi Pasca Sarjana Kajian Kependudukan dan Ketenagakerjaan Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Tijdens, K.G. dan M.Van Klaveren. 2012. Frozen in Time: Gender Pay Gap Unchanged for 10 years. Brussels, ITUC report.

PERANCANGAN ALGORITMA UNTUK MENGHITUNG HARGA OPSI *RESET* DENGAN METODE BINOMIAL

Bony Parulian Josaphat

Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

Abstract

Reset option is one of exotic options or path-dependent options, namely his payoff option depends on the behavior of the price of the underlying asset between the beginning and the time to maturity, not solely depend on the final price of the underlying asset. Reset option discussed here is the reset option with single reset time . Based on the presence or absence of early exercise facility, reset option consists of an option of European and American.

This paper describes the design of algorithms for reset option price calculation using binomial method. Furthermore, in this paper also described the algorithm implementation. Algorithm implementation is done by developing a simple application using Java programming language. After implementing and testing, we obtain results that the designed algorithm is fairly accurate based on a comparison with the results of similar calculation using Ms. Excel .

Keywords: *opsi reset, opsi call, opsi put, metode binomial*

I. PENDAHULUAN

Harga saham dapat mengalami kenaikan ataupun penurunan seiring dengan kondisi yang ada. Opsi merupakan salah satu pilihan yang dapat digunakan untuk meminimalisasi resiko dan sekaligus memaksimalkan keuntungan dalam penjualbelian saham (lihat [4]). Secara umum, opsi, dalam dunia pasar modal, adalah suatu hak yang didasarkan pada suatu perjanjian untuk membeli atau menjual suatu komoditi, surat berharga keuangan, atau suatu mata uang asing pada suatu tingkat harga yang telah disetujui (ditetapkan di muka) pada setiap waktu dalam masa tiga bulan kontrak.

Dilihat dari cara pelaksanaan sebuah opsi maka paling tidak terdapat dua gaya yang dikenal saat ini yaitu :

- Opsi Eropa : yaitu suatu kontrak opsi yang hanya bisa dilaksanakan pada hari terakhir saat tanggal jatuh tempo masa berlakunya opsi tersebut.
- Opsi Amerika : yaitu suatu kontrak opsi yang bisa dilaksanakan kapan saja di dalam masa berlakunya kontrak opsi.

Dilihat dari sisi jual beli, opsi terdiri atas opsi beli dan opsi jual. **Opsi beli**, atau yang lebih dikenal dengan istilah *call option*, adalah suatu hak untuk membeli sebuah aset pada harga kesepakatan (*strike price*) dan dalam jangka waktu tertentu yang disepakati—baik pada akhir masa jatuh tempo ataupun di antara tenggang waktu masa sebelum jatuh tempo. **Opsi jual**, atau yang lebih dikenal dengan istilah *put option*, adalah suatu hak untuk menjual sebuah aset pada harga kesepakatan (*strike price*) dan dalam jangka waktu tertentu yang disepakati—baik pada akhir masa jatuh tempo ataupun di antara tenggang waktu masa sebelum jatuh tempo.

Model untuk penghitungan harga opsi diperkenalkan pertama kali oleh *Black and Scholes* (1973) dan *Merton* (1973). Mereka mengamati tingkah laku lognormal dari harga aset dan menurunkan suatu persamaan diferensial parsial (disingkat PDP) yang menggambarkan harga opsi. Untuk opsi Eropa, mereka telah menurunkan suatu penyelesaian bentuk tertutup dari PDP yang dikenal dengan rumus *Black-Scholes*.

Pada tahun 1979 *Cox, Ross and Rubinstein* (*Cox, J. C., Ross S. and Rubinstein M., Option Pricing: A simplified Approach," The Journal of Financial Economics, 7, 229-263, 1979.*) menyajikan suatu pendekatan sederhana untuk penghitungan harga opsi, yaitu suatu rumus harga opsi waktu diskrit. Dijelaskan tentang kenyataan bahwa rumus *Black-Scholes* merupakan suatu kasus limit khusus dari model *Cox-Ross-Rubinstein* (CRR) binomial diskrit. Dengan kata lain, model binomial menyediakan hampiran diskrit untuk proses harga kontinu di bawah model *Black-Scholes*.

Opsi reset merupakan jenis opsi yang dapat ditemukan di pasar opsi. Pada opsi reset, penjual dan pembeli opsi diperkenalkan dengan waktu reset. *Strike price* opsi reset akan di-reset menjadi strike price baru hanya pada *pre-specified reset date* jika harga aset pokok lebih rendah daripada strike price.

Opsi reset sudah diperjualbelikan dalam beberapa tahun ini. Chicago Board Options Exchange (CBOE) dan New York Stock Exchange (NYSE), keduanya memperkenalkan *S&P 500 index put warrants* dengan waktu reset 3 bulan di akhir 1996. Morgan Stanley menerbitkan *reset warrant* dengan strike price mula-mula \$44.73 pada Juli 1997. Strike

price akan diubah menjadi o \$39.76 pada 5 Agustus 1997 jika harga aset pokok jatuh di bawah \$39.76. Contoh lain lagi datang dari Taiwan, yaitu Grand Cathay Securities memiliki enam opsi reset yang terdaftar di Taiwan Stock Exchange (TSE) (Kode-kodenya di TSE adalah 0517, 0522, 0523, 0527, 0528, dan 0538) dari 1998 hingga 1999. [1]

Seiring dengan berkembangnya pengetahuan manusia mengenai opsi dan saham, banyak metode numerik penghitungan harga opsi yang muncul, di antaranya adalah metode trinomial, binomial, beda hingga, dan elemen hingga. Penulis memilih untuk menggunakan metode binomial karena metode ini termasuk salah satu teknik penghitungan harga opsi yang banyak digunakan dan merupakan salah satu teknik yang sederhana.

Akan tetapi, meskipun metode binomial dapat digunakan untuk memodelkan harga saham dengan cara yang sederhana, namun belum tentu mudah untuk merancang algoritma yang efisien. Hal inilah yang menumbuhkan niat penulis untuk membuat algoritma yang efisien yang dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk membuat kode program atau aplikasi untuk menentukan harga opsi dengan menggunakan metode binomial.

Tujuan penelitian pada makalah ini adalah merancang algoritma metode binomial yang akurat dan efisien untuk menentukan harga opsi reset; membuktikan apakah algoritma penghitungan harga opsi yang telah dibuat oleh penulis dapat diimplementasikan menjadi sebuah aplikasi; dan untuk mengetahui efisiensi algoritma yang telah dibuat.

Adapun spesifikasi kebutuhan dari perangkat lunak aplikasi ini adalah:

1. Menerima masukan data dari pengguna berupa nilai variabel-variabel yang dibutuhkan dalam menentukan harga opsi.
2. Dapat digunakan untuk menyelesaikan penghitungan harga opsi sesuai dengan jenis opsi yang ditentukan oleh pengguna.

Studi Literatur

Berikut ini dijelaskan pengertian opsi reset dan metode binomial, yaitu:

1. Opsi Reset

Opsi reset merupakan salah satu opsi *path-dependent* yang *strike price*-nya dapat direset berdasarkan kriteria tertentu. Pada opsi reset dikenal istilah waktu reset. Ini merupakan waktu yang diberikan kepada pemilik opsi untuk mengubah harga *strike price* ([2]).

2. Metode Binomial

Metode binomial merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan harga saham. Dengan menggunakan metode binomial, harga saham dimodelkan secara

sederhana dengan menggunakan pohon binomial, dan harga saham pada setiap langkahnya akan mengalami kenaikan atau penurunan harga.

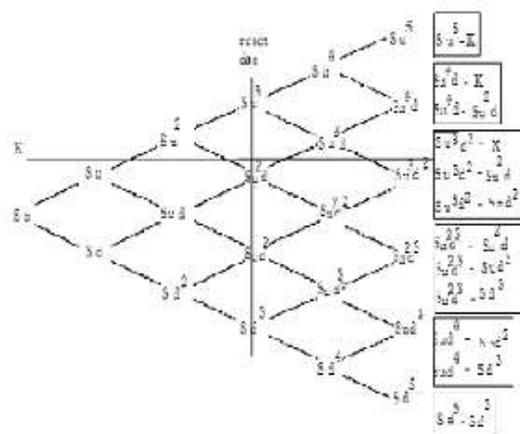
Dalam menentukan pergerakan harga saham dengan menggunakan metode binomial, harga saham (S) akan ditentukan dari hasil eksperimen acak Bernoulli berupa pelantunan koin. Bila pelantunan koin tersebut menghasilkan muka (H) maka harga saham akan naik dengan $P(H) = p$ dan jika pelantunan menghasilkan belakang (T) maka harga saham akan turun $P(T) = 1 - p = q$ (lihat [6]).

II. METODOLOGI

Berikut ini dijelaskan algoritma penghitungan harga opsi reset.

Algoritma penghitungan harga opsi reset

Gambaran pemodelan opsi reset dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan harga saham untuk opsi reset dengan metode binomial

Algoritma penghitungan harga opsi reset dijelaskan sebagai berikut (lihat [4] dan [6]). Pada opsi reset ada 1 waktu jatuh tempo dan 1 waktu reset, yaitu secara berturut-turut T dan t' . Selang waktu $[0, t']$ dibagi menjadi M subselang (banyak langkah) yang sama panjang yaitu Δt dengan titik-titik bagi (sampai dengan t') $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_m = t'$ di mana

$$t_i = i\Delta t, \quad i = 0, 1, \dots, m$$

$$\Delta t = \frac{t'}{m}$$

$$M = \left\lceil \frac{T}{\Delta t} \right\rceil$$

dan $s_i = s(t_i)$ adalah harga saham pada waktu t_i . Asumsi-asumsi pada metode binomial adalah:

1. Dalam selang waktu Δt harga saham dapat naik atau turun menjadi S_0u atau S_0d

dengan $0 < d < 1 < u$.

2. Peluang harga saham naik adalah p .
3. Ekspekasi *return* harga saham besarnya sama dengan suku bunga bebas resiko r , sehingga untuk harga saham yang bergerak secara acak dari S_i pada waktu t_i menjadi S_{i+1} pada waktu t_{i+1} berlaku $E(S_{i+1}) = S_i e^{r\Delta t}$.
4. Pada makalah ini dipilih $ud = 1$.

Solusi-solusi dari u, d , dan p adalah:

$$\begin{aligned} u &= \beta + \sqrt{\beta^2 - 1}, \\ d &= \beta - \sqrt{\beta^2 - 1}, \\ p &= \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}, \end{aligned}$$

dengan $\beta = \frac{1}{2}(e^{-r\Delta t} + e^{-(r+\sigma^2)\Delta t})$.

Misalkan pada waktu $t_0 = 0$ harga saham adalah S_0 , maka menurut metode binomial harga saham pada waktu $t_1 = 1\Delta t$ diberikan oleh S_0u atau S_0d . Selanjutnya harga saham mengambil salah satu dari S_0d^2, S_0ud , atau S_0u^2 . Jika langkah ini diteruskan maka pada waktu $t_i = i\Delta t$ akan terdapat $i+1$ harga saham yang mungkin terjadi, yang diberikan oleh

$$S_j = S_0 u^j d^{i-j}, \quad j = 0, 1, \dots, i$$

dengan S_j menyatakan harga saham pada waktu t_i dan telah terjadi kenaikan sebanyak j kali serta penurunan harga saham sebanyak $i-j$ kali, dihitung dari waktu $t_0 = 0$.

Pada waktu reset $t' = t_m$ terdapat $m+1$ harga saham yang mungkin, yaitu $S_{0,m}, S_{1,m}, \dots, S_{m,m}$. Lalu dari masing-masing harga saham ini dibuat lagi pohon binomial sebanyak $m+1$. Untuk langkah $i=m$ dan $j = 0, \dots, m$, misalkan $\{S_{k,m}^j\}_{k=0, \dots, M-m; j=0, \dots, k}$. Pada waktu jatuh tempo T , untuk tiap $j = 0, \dots, m$ terdapat $M-m+1$ harga saham yang mungkin yaitu $\{S_{l, M-m}^j\}_{l=0, \dots, M-m}$. Misalkan $\{RC_{l, M-m}^j\}_{l=0, \dots, M-m}$ menyatakan nilai-nilai *payoff* pada waktu jatuh tempo untuk opsi call reset

Eropa yaitu $RC_{l, M-m}^j = (S_{l, M-m}^j - K)^+ I_{(S_{l, M-m}^j \geq K)} + (S_{l, M-m}^j - K)^- I_{(S_{l, M-m}^j < K)}$. Dengan cara yang serupa, nilai-nilai *payoff* pada waktu jatuh tempo untuk opsi put Eropa diberikan oleh

$$RP_{l, M-m}^j = (S_{j, m} - S_{l, M-m}^j)^+ I_{(S_{j, m} \geq K)} + (K - S_{l, M-m}^j)^+ I_{(S_{j, m} < K)}$$

Harga-harga opsi call *reset* dan opsi put reset pada waktu $t_i \geq t'$, yang berkaitan dengan harga saham S_k^j , diberikan secara berturutan oleh $RC_{k,m}^j = e^{-r\Delta t}(pRC_{l+1, k+1}^j + (1-p)RC_{l, k+1}^j)$ dan $RP_{k,m}^j = e^{-r\Delta t}(pRP_{l+1, k+1}^j + (1-p)RP_{l, k+1}^j)$ dengan $l = 0, 1, \dots, k$ dan $k = M - m - 1, \dots, m + 1, m$. Untuk $k=l=0$ diperoleh $RC_{j,m} = RC_{00}^j$ dan $RP_{j,m} = RP_{00}^j$. Selanjutnya harga-harga opsi call *reset* dan opsi put

reset pada waktu $t_i < t'$ diberikan secara berturutan oleh

$$RC_{j_i} = e^{-r\Delta t} (pRC_{j+1,i+1} + (1-p)RC_{j,i+1}) \quad \dots(1)$$

$$RP_{j_i} = e^{-r\Delta t} (pRP_{j+1,i+1} + (1-p)RP_{j,i+1}) \quad \dots(2) \text{ dengan } i = m-1, \dots, 0 \text{ dan } j = 0, \dots, j.$$

Persamaan-persamaan (1) dan (2) secara berturut-turut adalah rumus-rumus harga aplikasi untuk opsi call reset Eropa dan opsi put reset Eropa.

Untuk opsi reset Amerika, pada persamaan (1) dan (2) di atas harus ditambahkan uji perbandingan harga-harga RC_{j_i} dan RP_{j_i} di atas dengan nilai *payoff* yang diperoleh seandainya dilakukan *early exercise* pada waktu t_i . Jadi diperoleh

$$RC_{j_i} = (S_{j_i} - K, e^{-r\Delta t} (pRC_{j+1,i+1} + (1-p)RC_{j,i+1}))^+ \quad \dots(3)$$

$$RP_{j_i} = (K - S_{j_i}, e^{-r\Delta t} (pRP_{j+1,i+1} + (1-p)RP_{j,i+1}))^+ \quad \dots(4) \text{ dengan } i = m-1, \dots, 0 \text{ dan } j = 0, \dots, j.$$

Implementasi

Algoritma di atas diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi yang dibangun untuk menentukan harga opsi. Hasil kalkulasi dari aplikasi, yang disebut harga aplikasi, dibandingkan dengan hasil penghitungan harga opsi menggunakan Ms. excel, yang disebut harga excel.

Adapun spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Prosesor : Pentium 4 Intel 3.00 GHz
- RAM : 1 GB
- Hard disk : 80 GB

Sedangkan spesifikasi perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Sistem Operasi : Microsoft Windows XP Professional
- Bahasa Pemrograman : Java Standard Edition (JSE)
- Development Tools : JCreator, Edit plus 3

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut diberikan beberapa contoh hasil dalam pengujian penghitungan harga opsi dengan membandingkan harga aplikasi dengan harga excel. Input data yang dimasukkan dapat berbeda dalam setiap pengujian.

Pengujian untuk menghitung opsi *reset*

Secara keseluruhan ada 4 jenis opsi reset, yaitu:

1. call reset Eropa,
2. call reset Amerika,

3. put reset Eropa,
4. put reset Amerika.

Data masukan yang digunakan untuk menguji algoritma untuk keempat jenis opsi *reset di atas* adalah:

suku bunga (r) = 0.1,

volatilitas (σ) = 0.2,

waktu jatuh tempo (T) = 1.6,

waktu reset (t') = 1,

strike price (K) = 300,

banyak langkah (M) = 8.

Pengujian dilakukan untuk harga-harga saham awal yang bernilai 160, 170, ..., 240, 250 dan diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 sampai tabel 4.

Tabel 1 Harga binomial opsi call reset Eropa

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	16.41472806502810	16.41473
170	18.072637603410600	18.07264
180	19.972777788734000	19.97278
190	21.882408912493300	21.88241
200	23.792040036252500	23.79204
210	25.701671160011700	25.70167
220	27.686472529365700	27.68647
230	30.526656159486700	30.52666
240	33.915896045929000	33.91590
250	37.331826240208000	37.33183

Tabel 2 Harga binomial opsi call reset Amerika

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	12.819207186301100	12.81921
170	13.965100580018700	13.96510
180	15.180155902906000	15.18016
190	16.395211225793200	16.39521
200	17.610266548680500	17.61027
210	18.825321871567800	18.82532
220	20.040377194455000	20.04038
230	21.618499848356800	21.61850
240	23.235158061278800	23.23516
250	24.851816274200900	24.85180

Tabel 3 Harga binomial opsi put reset Eropa

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	26.925051819572600	26.92505
170	28.360575031131200	28.36058
180	29.865260171859400	29.86526
190	31.369945312587600	31.36995
200	32.874630453315800	32.87463
210	34.379315594043900	34.37932
220	35.884000734772100	35.88400
230	36.212367040422600	36.21237
240	36.415880185175300	36.41588
250	36.619393329928000	36.61939

Tabel 4 Harga binomial opsi put reset Amerika

S_0	Harga aplikasi	Harga Excel
160	16.414728065028100	16.41473
170	18.072637603410600	18.07264
180	19.972777788734000	19.97278
190	21.882408912493300	21.88241
200	23.792040036252500	23.79204
210	25.701671160011700	25.70167
220	27.686472529365700	27.68647
230	30.526656159486700	30.52666
240	33.915896045929000	33.91590
250	37.331826240208000	37.33183

Pengujian batas banyak langkah penghitungan opsi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui banyak langkah yang masih valid untuk menghitung harga opsi. Pengujian dilakukan untuk data masukan:

suku bunga (r) = 0.1,

volatilitas (σ) = 0.2,

waktu jatuh tempo (T) = 1.6,

waktu reset (t') = 1,

harga saham awal (S_0) = 250,

strike price (K) = 300,

banyak langkah (M) = 92 dan 93.

Untuk $M = 92$ diperoleh hasil bahwa aplikasi tidak mengalami *hang*, namun untuk $M = 93$ diperoleh hasil bahwa aplikasi mengalami *hang*.

Pada tabel 1 sampai tabel 4 penghitungan harga opsi dilakukan untuk $M = 8$ agar bisa dibandingkan dengan harga opsi yang diperoleh dari Ms. Excel. Pada tabel 1 sampai tabel 4 diperoleh selisih yang relatif kecil antara harga aplikasi dan harga excel, yaitu lebih kecil dari 10^{-4} . Ini berarti aplikasi yang dibangun cukup akurat untuk menghitung harga opsi *reset*.

Pada aplikasi yang dibangun dilakukan pengujian untuk beberapa M . Ketika $M = 92$ aplikasi masih dapat melakukan penghitungan harga opsi, namun ketika $M = 93$ aplikasi mengalami *hang*. Hal ini mungkin disebabkan algoritma yang digunakan kurang efisien untuk perhitungan matematis yang rumit. Perhitungan matematis menggunakan metode binomial ini melibatkan ukuran matriks yang besar apabila banyaknya langkah besar.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penulis telah membuat algoritma untuk menentukan harga opsi untuk jenis opsi *reset* dengan menggunakan metode binomial.
2. Dengan menggunakan aplikasi yang dikembangkan oleh penulis, penghitungan harga opsi yang dapat dilakukan adalah sampai $M = 92$ langkah dan ketika menggunakan data dengan $M = 93$ aplikasi mengalami *hang*. Hal ini mungkin disebabkan algoritma yang digunakan kurang efisien untuk perhitungan matematis yang rumit.
3. Setelah melakukan pengujian penghitungan harga opsi dengan menggunakan kode program dan membandingkannya dengan penghitungan harga opsi dengan menggunakan excel, selisihnya diperoleh lebih kecil dari 10^{-4} . Ini menunjukkan aplikasi yang dibangun cukup akurat.

Semakin besar langkah semakin akurat pula harga binomial yang diperoleh. Hal ini memerlukan ukuran matriks yang besar. Untuk menyelesaikan persoalan matriks berukuran besar biasanya digunakan metode yang efisien, yaitu metode *Successive Over-Relaxation* (SOR). Penghitungan harga opsi reset menggunakan metode binomial ini bisa dikembangkan menggunakan metode SOR.

DAFTAR PUSTAKA

- Szu-Lang Liao, Chou-Wen Wang, *The Valuation of Reset Options with Multiple Strike Resets and Reset Dates*, National Chengchi University, Taiwan, 2002.
- Shparber, M., S. Resheff, "Valuation of Cliquet Options", *The Leon Recanati Graduate School of Business Administration*, Tel Aviv University, Israel, pp. 1-46, 2004.
- Pakpahan, V., et. al., "Perancangan Algoritma untuk Menentukan Harga Opsi *Reset* dan Opsi *Barrier*", *Diploma 3 Final Project*, Del Polytechnic of Informatics, North Sumatera, Indonesia, 2010.
- Wikipedia, Opsi (keuangan), [http://id.wikipedia.org/wiki/Opsi_\(keuangan\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Opsi_(keuangan)), 11/9/2009, diakses 06/10/2009.
- Marbun, B., "Penghitungan Harga Opsi Compound Menggunakan Metode Martingale dan Metode Binomial", *Master Thesis*, Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia, 2008.

**KINERJA MODSECURITY TECHNICAL REPORT
(STUDI KASUS: PENCEGAHAN TERHADAP SERANGAN SQL INJECTION)**

Farid Ridho

Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

Abstract

Several Measures are implemented in web application security lifecycle such as Secure Development, Secure Deployment and Secure Operation. In secure operation section, a web application that has been through the stages of development and testing will soon enter production phase. At this stage it will be applied to Web Application Firewall (WAF) that meant to protect application from a malicious request.

The purpose of this research is to explore ModSecurity WAF implementation. WAF ModSecurity is a free, open source application that can be used to make the filter to requests which occur on a web application including a request containing SQL Injection commands. Another aim is to see whether the ModSecurity installation on a web server affect the performance of the web server.

From the test results concluded that ModSecurity can filter SQL injection and installation of ModSecurity does not significantly affect the performance of the web server.

Keywords: *Web Application Security, WAF, Modsecurity Performance, SQL Injection*

I. PENDAHULUAN

Saat ini statistik serangan terhadap aplikasi web semakin meningkat setiap tahunnya (Sumantri, 2012). Peningkatan serangan itu terjadi baik dalam jumlah serangan maupun intensitas serangan. Jenis serangan yang sering terjadi masih didominasi serangan dengan teknik *SQL injection*, *Cross Side Scripting (XSS)* dan juga *Distributed Denial of Service (DDOS)* (OWASP, 2013).

Salah satu teknik untuk mencegah adanya serangan pada aplikasi web adalah dengan melakukan pembuatan aplikasi web yang mempertimbangkan aspek keamanan atau yang sering disebut sebagai *secure programming*. Pendekatan lainnya adalah dengan melakukan *secure deployment* dan *secure operation* (Mogul & Lane, 2009).

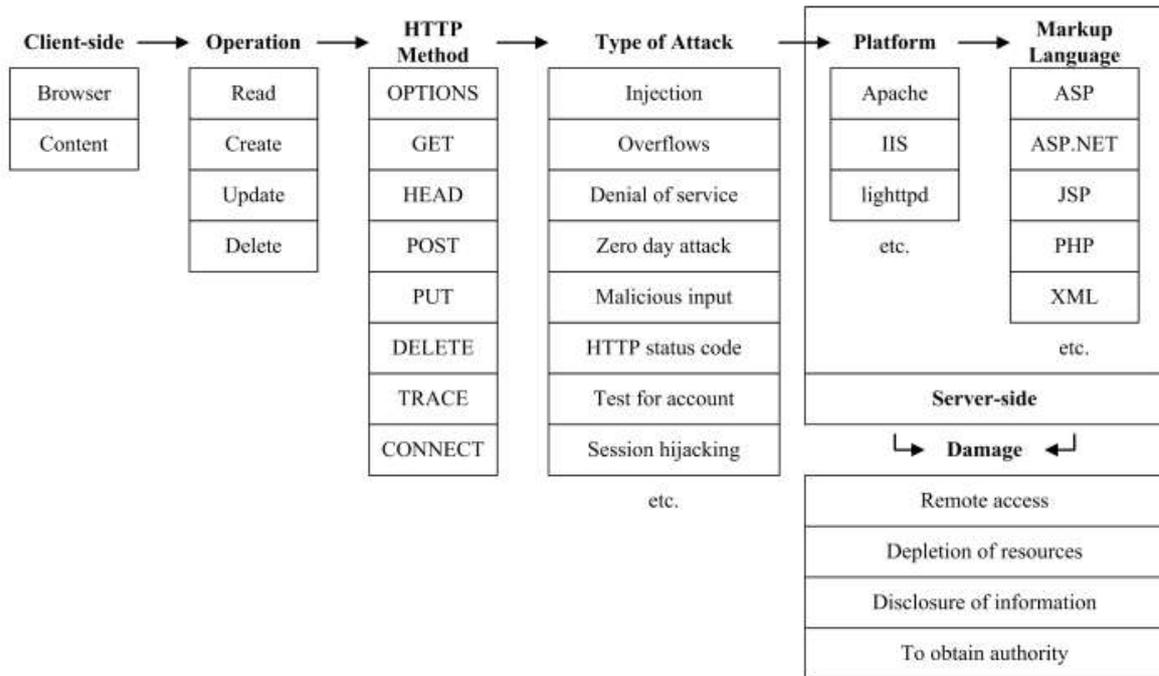
Paper ini akan membahas tentang bagaimana meningkatkan keamanan aplikasi web dengan cara menerapkan *secure operation*. Salah satu caranya yaitu dengan memasang *Web Application Firewall (WAF)* pada web server. Penerapan WAF akan mengurangi resiko keamanan yang terjadi pada aplikasi web akibat kesalahan pada tahap *secure development* dan *secure deployment*. Implementasi WAF ini juga diharapkan tidak terlalu berpengaruh terhadap performa dari *Web server* dalam melayani *request* dari pengguna. Karena itu akan dibahas juga sejauh mana sebuah WAF mampu diandalkan untuk mencegah serangan pada aplikasi web.

II. METODOLOGI

A. Kajian Pustaka

Taksonomi serangan pada aplikasi web

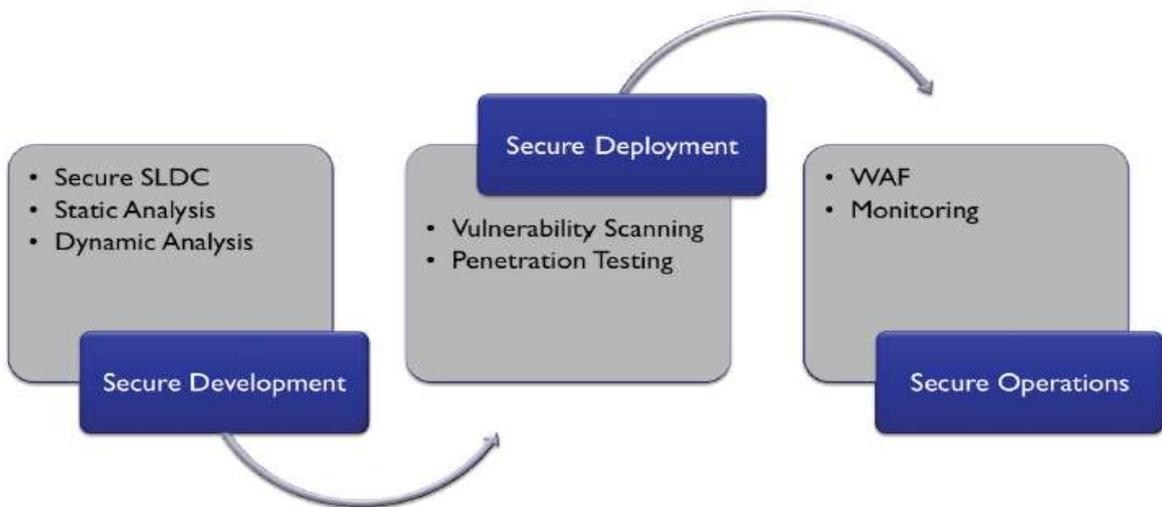
Perkembangan teknologi web saat ini semakin pesat. Kebutuhan untuk berbagi informasi melalui jejaring sosial, menjalankan bisnis perusahaan dan juga melakukan layanan lainnya, menjadikan website menjadi lebih rentan untuk diserang. Berbagai jenis serangan terjadi pada aplikasi web sehingga menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Jenis-jenis serangan ini dapat dibagi menjadi beberapa tipe serangan. Gambar 2.1 menjelaskan taksonomi dari serangan yang muncul terhadap aplikasi web. Tipe serangan seperti *injection*, *overflows*, *denial of service (DOS)* memang menjadi serangan yang paling sering muncul. Penjelasan lebih rinci mengenai taksonomi serangan pada aplikasi web dapat merujuk pada paper yang tertera di daftar pustaka (Álvarez & Petrovic, 2003).



Gambar 1. Taksonomi serangan pada aplikasi Web (Álvarez & Petrovic, 2003)

Keamanan Aplikasi Web

Mogull dan Lane (2009) membuat daur hidup keamanan aplikasi web. Aplikasi web dibangun berdasarkan siklus daur hidup keamanan aplikasi yang dibagi menjadi 3 bagian besar seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Siklus Hidup Keamanan Aplikasi Web (Mogull & Lane, 2009)

Secure Development

Secure development adalah bagaimana membangun aplikasi web dengan menerapkan prinsip keamanan. Beberapa pendekatan untuk melakukan *secure development* adalah dengan menerapkan *secure software development lifecycle (SDLC)*, *static analysis* dan *dynamic analysis*.

Secure Deployment

Setelah semua tahap dalam pengembangan aplikasi selesai, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian dan juga validasi. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi tidak memiliki celah keamanan yang serius. Pengujian dan validasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode *vulnerability assessment* dan *penetration testing*.

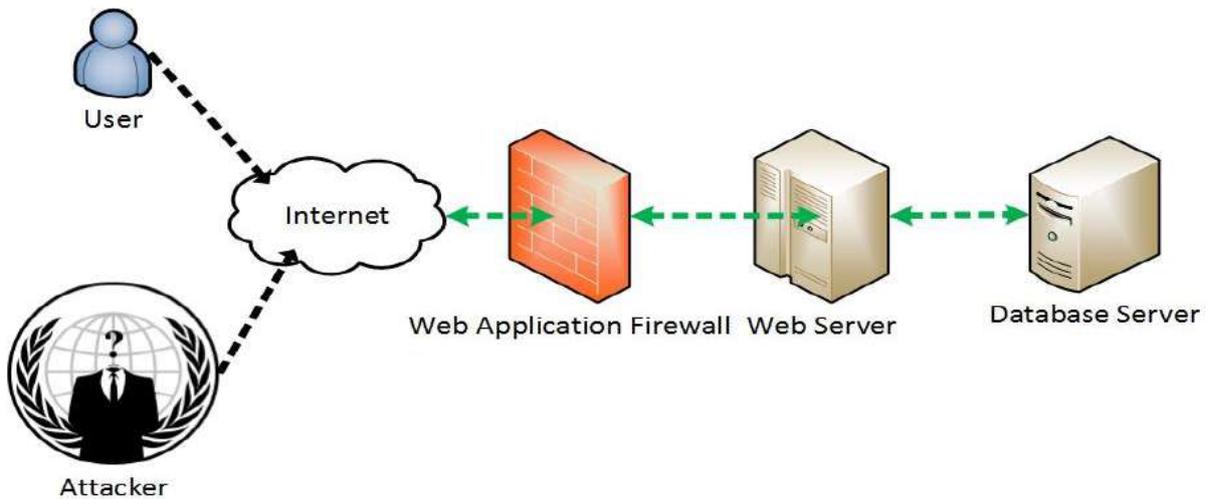
1. *Vulnerability Assessment*, melakukan *scanning* pada aplikasi web untuk mengetahui celah keamanan.
2. *Penetration Testing*, adalah proses untuk membobol aplikasi untuk menentukan celah keamanan dan resiko yang ditimbulkannya. Proses *vulnerability assessment* digunakan menemukan celah keamanan sedangkan *penetration testing* memeriksa semua lubang untuk mengukur dampak.

Secure Operation

Secure operation adalah bagaimana kita meningkatkan keamanan aplikasi web dengan cara mengimplementasikan perangkat keamanan seperti *web application firewall (WAF)* maupun aplikasi monitoring lainnya pada saat aplikasi web telah dioperasikan.

Web Application Firewall,

Menurut *Web Application Security Consortium (WASC)* *web application firewall (WAF)* diartikan sebagai sebuah perangkat perantara, yang berada antara *web client* dan *web server*, menganalisis pesan pada *OSI Layer-7* ketika terjadi pelanggaran dalam kebijakan keamanan yang telah ditentukan (*Web Security Glossary*, 2013). Sebuah *web application firewall* digunakan sebagai perangkat keamanan untuk melindungi server web dari serangan. Gambaran dari sebuah *web application firewall* dapat dilihat pada Gambar 3.

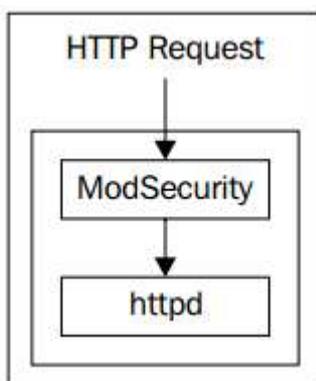


Gambar 3 Gambar sebuah *web application firewall*

Banyak WAF yang tersedia di pasaran baik itu yang berbayar seperti *Cloudflare* dan *Incapsula* maupun yang gratis seperti *ModSecurity*. Pada penelitian kali ini akan digunakan WAF dan *open source* yaitu *ModSecurity*. Tim *Zero Science Lab* telah membandingkan kelebihan dan kekurangan ketiga jenis WAF ini (S. Petrushevski & Cabrera, 2013).

ModSecurity

Seperti umumnya *firewall*, *ModSecurity* melakukan filter terhadap data yang masuk dan data yang keluar pada sebuah *web server*. *ModSecurity* mampu menghentikan sebuah *traffic* yang dicurigai sebagai *malicious request*. *ModSecurity* juga memiliki banyak fitur lainnya seperti melakukan *logging* transaksi yang terjadi pada protokol HTTP dan *content injection* (Mische, 2009).



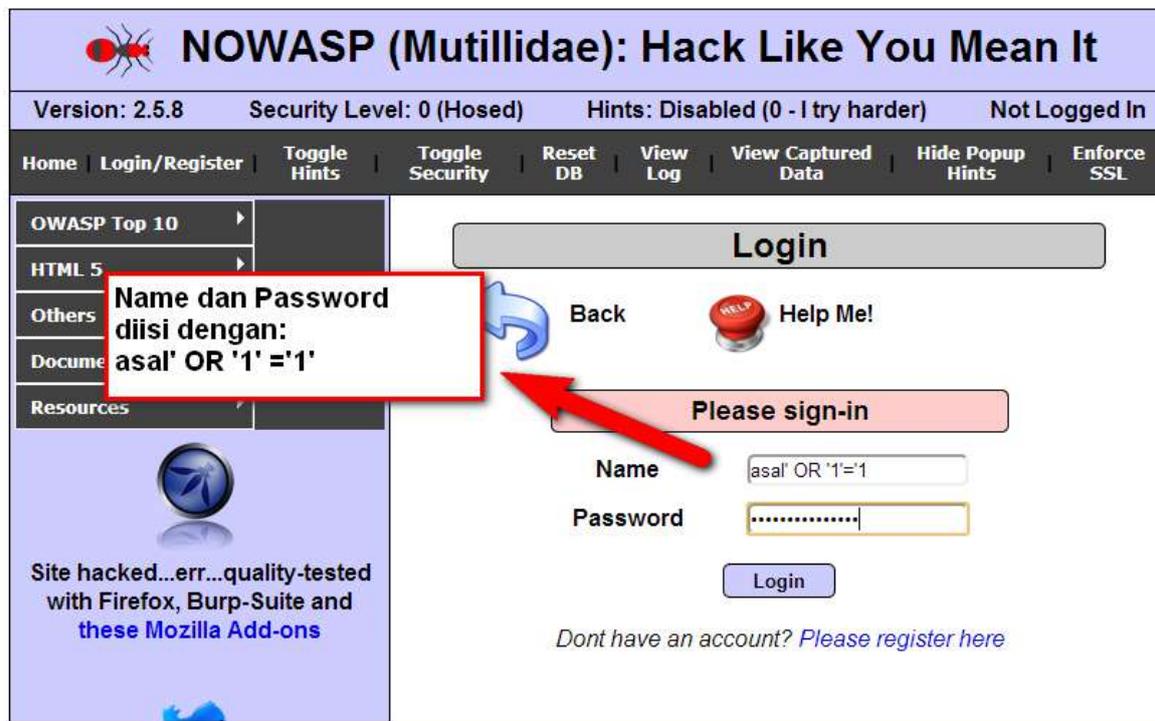
Gambar 4 Arsitektur *ModSecurity* pada *web server*

Dari Gambar 4 terlihat bahwa *ModSecurity* berada di antara *web server* dan *HTTP request* yang dikirimkan oleh pengguna.

Mutillidae

Untuk pengujian bagaimana *ModSecurity* melakukan pencegahan serangan terhadap aplikasi web, penelitian ini akan menetapkan sebuah *website* yang akan dijadikan target serangan. Aplikasi web ini bernama *Mutillidae*. *Mutillidae* adalah aplikasi web yang bersifat *free* dan *open source* yang dirancang dengan memiliki banyak celah keamanan sehingga kita dapat melakukan pengujian serangan.

Pada Gambar 5 memperlihatkan sebuah percobaan *SQL injection* pada aplikasi web *Mutillidae*. Penyerang mencoba melakukan injeksi dengan memasukkan username dan password asal ' OR '1'='1' pada form login. Pada gambar 6 terlihat bahwa percobaan *SQL injection* tersebut berhasil dan penyerang dapat melakukan login menggunakan akun dengan level admin. Selain *mutillidae* masih banyak aplikasi web lain yang dapat digunakan untuk pembelajaran melakukan *penetrating testing* (Halami, 2010).



Gambar 5. Input SQL injection pada mutillidae



Gambar 6. *SQL injection* pada *mutillidae* berhasil dilakukan

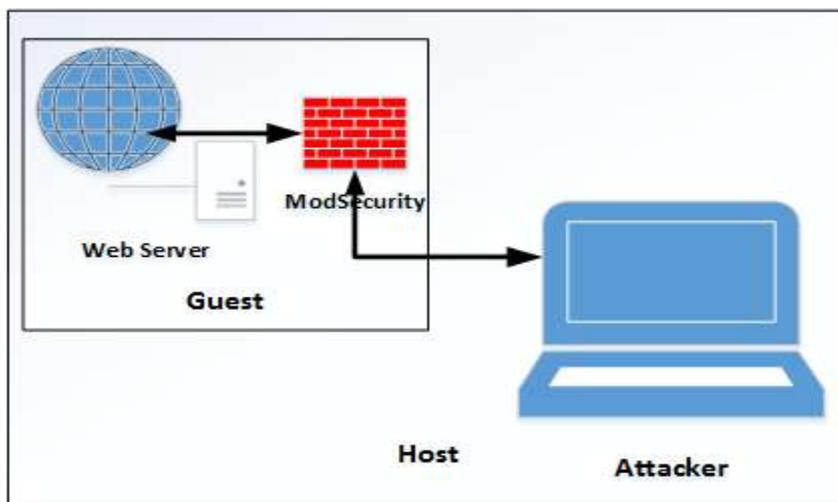
Perancangan

1. *Spesifikasi Hardware (host+client)*

Untuk implementasi dan pengujian ini akan dikerjakan pada lingkungan virtual dengan menggunakan aplikasi *virtualbox* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- i. Mesin target yang juga akan berfungsi sebagai *web server* akan berjalan pada sistem operasi Ubuntu Server 64 bit 12.04 LTS, RAM 1 GB, *Web Server Apache*. Mesin ini akan dibangun sebagai *guest* di *virtualbox*.
- ii. Mesin yang digunakan untuk melakukan penyerangan adalah mesin *host* dengan sistem operasi Windows 8 Pro 64 bit.

Lingkungan pengujian penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7, di mana arsitektur rancangan *web server* berada di lingkungan *virtualbox*.



Gambar 7. Arsitektur lingkungan pengujian di *virtualbox*

2. Skenario Pengujian

i. Pengujian terhadap serangan *SQL Injection*

Pada pengujian ini akan dilakukan beberapa serangan *SQL injection* untuk mengetahui apakah *ModSecurity* mampu mencegah serangan ini. Beberapa input *SQL injection* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- asal' OR '1'=1, akan dilakukan untuk melakukan *bypass* terhadap form login.
- 'union select 1,2,@@version,4 #, untuk mengetahui versi *MySQL* yang digunakan.
- 'union select 1,2,@@datadir,4 #, untuk mengetahui direktori database.

Celah keamanan terhadap serangan *SQL Injection* pada input diatas sering terjadi dan memiliki dampak yang cukup parah (Dougherty, 2012).

ii. *Web Load Testing*,

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja *web server* ketika *ModSecurity* sudah diimplementasikan. Apakah dengan implementasi *ModSecurity* ini kinerja sistem tetap bagus dan *reliable* atau justru menjadi lambat. Parameter yang digunakan untuk pengujian ini adalah response time dari *web server*.

Pada pelaksanaannya nanti pengujian ini akan dilakukan sebanyak 5 kali dari tiap-tiap *request per second*. Sedangkan response time akan dicari dari rata-rata ke lima pengujian tersebut untuk masing-masing *request per second* yang nilainya 10, 20, 30, 50, 75 dan

100. Pengujian ini akan membandingkan *response time web server* sebelum dan sesudah pemasangan *ModSecurity*.

B. Implementasi

1. Instalasi *Mutillidae*

Aplikasi *Mutillidae* dapat diunduh secara gratis melalui tautan <http://sourceforge.net/projects/mutillidae/>. Untuk instalasi *Mutillidae* cukup lah mudah, kita cukup melakukan ekstraksi arsip *Mutillidae* ke direktori *web server* kita:

```
fr@webserv:~$ sudo unzip LATEST-mutillidae-2.5.8.zip -d /var/www
```

Kemudian kita rubah konfigurasi database sesuai dengan *Database Server* yang kita punya. Untuk konfigurasi database di *Mutillidae mutillidae* terdapat di file:

```
/mutillidae/classes/MySQLHandler.php
```

2. Instalasi *ModSecurity*

Untuk mengunduh *ModSecurity* dapat dilakukan menggunakan perintah *wget* yang ada di linux. Versi *ModSecurity* yang ada sekarang adalah versi 2.7.4.

```
fr@webserv:~$ wget -c https://www.modsecurity.org/tarball/2.7.4/modsecurity-
apache_2.7.4.tar.gz
--2013-05-31 01:45:10-- https://www.modsecurity.org/tarball/2.7.4/modsecurity-
apache_2.7.4.tar.gz
Resolving www.modsecurity.org (www.modsecurity.org)... 204.13.200.240
Connecting to www.modsecurity.org (www.modsecurity.org)|204.13.200.240|:443...
connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 1014983 (991K) [application/x-gzip]
Saving to: `modsecurity-apache_2.7.4.tar.gz'
100%[=====>]
1,014,983 49.2K/s in 43s 2013-05-31 01:45:56 (23.0 KB/s) - `modsecurity-
apache_2.7.4.tar.gz' saved [1014983/1014983]
```

Setelah mengunduh *ModSecurity*, lakukan esktraksi terhadap paket tersebut.

```
fr@webserv:~$ tar xzvf modsecurity-apache_2.7.4.tar.gz
```

Sebelum melakukan instalasi *ModSecurity* beberapa komponen tambahan yang menjadi *dependencies* untuk paket ini adalah sebagai berikut:

- apxs2

- libxml2
- mod_unique_id

apxs 2 merupakan ekstensi Apache untuk mengkompilasi modul-modul yang akan diintegrasikan dengan Apache. Untuk menginstal ekstensi ini di Ubuntu bisa menggunakan perintah:

```
fr@webserv:~$ sudo apt-get install apache2-prefork-dev
```

libxml2 merupakan pustaka yang digunakan untuk melakukan parsing terhadap XML. Untuk menginstal pustaka ini menggunakan perintah:

```
fr@webserv:~$ sudo apt-get install libxml2
```

Komponen tambahan terakhir yang harus sudah diinstal pada sistem adalah mod_unique_id . uUntuk melakukan instalasi modul ini cukup menambahkan pada httpd.conf baris berikut:

```
fr@webserv:~$ sudo ln -s /etc/apache2/mods-available/unique_id.load /etc/apache2/mods-enabled/
```

Lakukan kompilasi dengan perintah

```
fr@webserv:~/modsecurity-apache_2.7.4$ ./configure
fr@webserv:~/modsecurity-apache_2.7.4$ make
```

3. *Setting Rules*

Untuk *rule* yang akan diterapkan pada *ModSecurity* ini menggunakan OWASP *ModSecurity Core Rule Project* yang dapat diunduh melalui tautan:

```
https://github.com/SpiderLabs/owasp-modsecurity-crs
```

4. *Instalasi Httpperf*

Untuk pengujian kinerja dari *web server* setelah dipasang *ModSecurity* akan digunakan sebuah aplikasi yang bernama httpperf. Aplikasi ini dapat diunduh melalui situs <https://code.google.com/p/httpperf/>. Untuk menjalankan httpperf di sistem operasi Windows 8 digunakan Cygwin. Httpperf ini akan berjalan diatas Cygwin. Berikut langkah instalasi httpperf:

```
$ cd /home/farid/temp
$ tar zxvf httpperf-0.9.tar.gz
$ cd httpperf-0.8
```

```
$ mkdir build
$ cd build
$ ../configure
$ make
$ make install
```

Kemudian untuk menjalankan aplikasi `httperf` ini dengan menggunakan perintah:

```
$ /usr/local/bin/httperf --server=192.168.0.103 --rate=10 --num-conns=1000
```

Di mana *rate* adalah banyaknya *response* per *second*, *server* adalah mesin target dan *num-conns* adalah banyaknya koneksi yang terjadi.

```
httperf --client=0/1 --server=192.168.0.103 --port=80 --uri=/ --rate=10 --send-buffer=4096
--recv-buffer=16384 --num-conns=1000 --num-calls=1
Maximum connect burst length: 1
Total: connections 1000 requests 1000 replies 1000 test-duration 99.901 s
Connection rate: 10.0 conn/s (99.9 ms/conn, <=1 concurrent connections)
Connection time [ms]: min 1.0 avg 2.6 max 55.7 median 0.5 stddev 4.5
Connection time [ms]: connect 0.9
Connection length [replies/conn]: 1.000
Request rate: 10.0 req/s (99.9 ms/req)
Request size [B]: 66.0
Reply rate [replies/s]: min 9.8 avg 10.0 max 10.2 stddev 0.1 (19 samples)
Reply time [ms]: response 1.7 transfer 0.0
Reply size [B]: header 283.0 content 177.0 footer 0.0 (total 460.0)
Reply status: 1xx=0 2xx=1000 3xx=0 4xx=0 5xx=0
CPU time [s]: user 56.58 system 43.08 (user 56.6% system 43.1% total 99.8%)
Net I/O: 5.1 KB/s (0.0*10^6 bps)
Errors: total 0 client-timo 0 socket-timo 0 connrefused 0 connreset 0
Errors: fd-unavail 0 addrunavail 0 ftab-full 0 other 0
```

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Pencegahan Serangan *SQL injection*

Dari pengujian pencegahan serangan *SQL injection* didapatkan hasil bahwa *ModSecurity* mampu mencegah input *SQL injection* yang ada pada *web target*. *ModSecurity* akan melakukan proteksi terhadap perintah *SQL Injection* yang telah kita set dengan mengenali suatu *request* berdasarkan *regular expression* yang ada di *core rule*. Apabila suatu *request* yang mengandung perintah *SQL injection* cocok dengan aturan *filter* yang ada di *core rule* maka *request* tersebut akan ditolak atau gagal diteruskan.

Tabel 1. Tabel hasil pengujian SQL injection pada mutillidae

No	Input SQL Injection	Sebelum dipasang ModSecurity	dipasang Sesudah dipasang ModSecurity
1	asal' OR '1'='1	berhasil	gagal
2	'union select 1,2,@@version,4 #	berhasil	gagal
3	'union select 1,2,@@datadir,4 #	berhasil	gagal

2. Uji Web Load Testing

Pada pengujian *load testing* yang dilakukan pada *web server* sebelum dipasang *ModSecurity*, rata-rata *response time web server* pada pengujian *request per second* 10-50 masih terlihat relatif sama. Tetapi setelah *request per second* naik menjadi 75, *response time* meningkat secara signifikan .

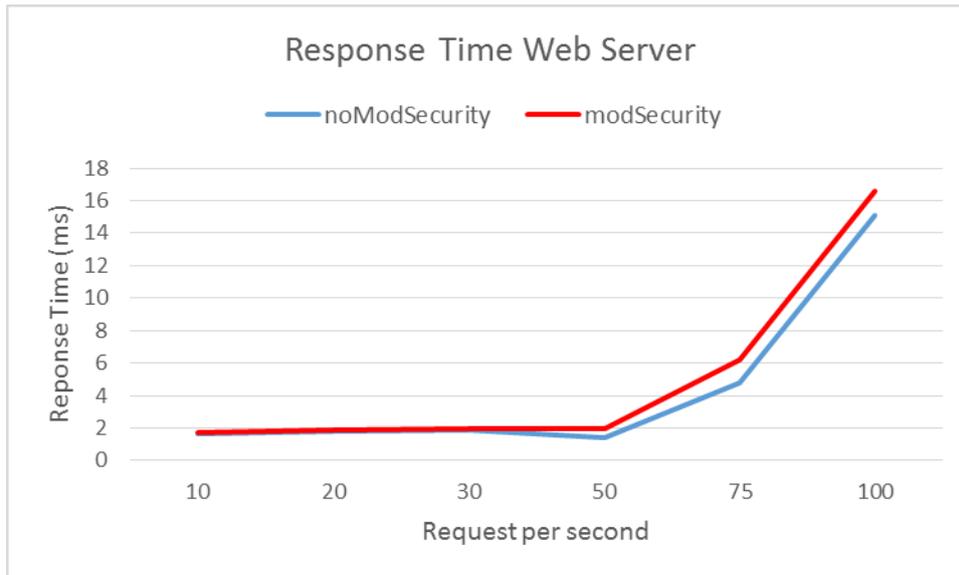
Tabel 2. Response time web server sebelum dipasang ModSecurity

Req per second	Response time (ms)					Rata-rata
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	
10	1.8	1.4	1.7	1.9	1.6	1.68
20	2.2	1.6	1.4	1.8	1.9	1.78
30	1.5	1.9	1.6	2.7	1.7	1.88
50	1.2	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4
75	3.9	4.8	5.7	5	4.7	4.82
100	18.4	10.7	9.4	14.9	21.9	15.06

Hasil pengujian *load testing* pada *web server* setelah dipasang *ModSecurity* menunjukkan ada peningkatan rata-rata *respons time* dari *Web server*. Untuk mengetahui apakah peningkatan ini signifikan atau tidak akan dilakukan pengujian menggunakan *t-test* menggunakan aplikasi R.

Tabel 3. Response time web server setelah dipasang ModSecurity

Req per second	Response time					Rata-rata
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	
10	1.7	1.5	1.5	1.8	2	1.7
20	2.2	1.5	2.3	1.7	1.6	1.86
30	1.6	2	1.6	2.7	1.8	1.94
50	2.1	1.6	1.4	1.4	3.4	1.98
75	6.4	7	7.5	5.3	4.7	6.18
100	19.6	11.5	11	18.8	21.9	16.56



Gambar 8. Perbandingan *response time* sebelum dan sesudah dipasang *ModSecurity*

H_0 = Tidak ada perbedaan *response time* web server sebelum dan sesudah dipasang *modsecurity* ($\mu_D = 0$)

H_1 = Terdapat perbedaan *response time* Web server sebelum dan sesudah dipasang *modsecurity* ($\mu_D \neq 0$)

x = rata-rata *response time* sebelum dipasang *mod security*

y = rata-rata *response time* setelah dipasang *mod security*

Dari pengujian *t-test* menggunakan aplikasi R didapatkan hasil sebagai berikut:

```
> x = c(1.68, 1.78, 1.88, 1.4, 4.82, 15.06)
> y = c(1.7, 1.86, 1.94, 1.98, 6.18, 16.56)
> t.test(x,y,paired=TRUE)
    Paired t-test
data: x and y
t = -2.1734, df = 5, p-value = 0.08179
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.3096544  0.1096544
sample estimates:
mean of the differences
      -0.6
```

Dari hasil pengujian *t-test* di atas nilai p-value 0.08179 lebih besar dari alfa 0.05, dengan demikian H_0 diterima yang berarti bahwa performa *web server* tidak terdapat

perbedaan yang signifikan sebelum dipasang *ModSecurity* dan sesudah dipasang *ModSecurity*. Hasil pengujian *load testing* pada *web server* setelah dipasang *ModSecurity* ternyata tidak terlalu berbeda dari sebelumnya. Terdapat peningkatan *response time* yang terjadi tetapi tidak terlalu signifikan. Pola peningkatan lamanya *response time* pun mirip dengan sebelumnya di mana peningkatan secara drastis terlihat ketika *request per second* 75 ke atas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian di bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

- i. Implementasi *ModSecurity* sudah berhasil diterapkan.
- ii. Penerapan *ModSecurity* dengan menggunakan *core rule* OWASP mampu mencegah terjadinya serangan *SQL injection* pada aplikasi *web mutillidae*.
- iii. *ModSecurity* tidak membebani kinerja dari *web server* secara berlebihan sehingga kinerja *ModSecurity* cukup bagus berdasarkan hasil yang didapatkan dari *web load testing*.

ModSecurity cukup bagus dalam mencegah serangan *SQL injection*, tetapi untuk melakukan konfigurasi *rule* masih cukup rumit. Untuk penelitian ke depan bisa dikembangkan semacam *graphical user interface* (GUI) yang akan mempermudah kerja admin dalam menentukan *rule* untuk konfigurasi WAF.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez, G., & Petrovic, S. A. (2003). A Taxonomy of Web Attacks. *Lecture Notes in Computer Science* (hal. 295-298). Berlin: Springer.
- Dougherty, C. (2012). *Practical Identification of SQL Injection Vulnerabilities*. Washington, DC: US-CERT.
- Halami, W. (2010). *Vulnerable Web Applications for learning*. Diambil kembali dari <http://securitythoughts.wordpress.com/2010/03/22/vulnerable-web-applications-for-learning/>
- Mische, M. (2009). *ModSecurity 2.5 Securing Your Apache Installation and Web Applications*. Brimingham: Packt Publishing Ltd.

Mogul, R., & Lane, A. (2009). *Building a Web Application Security Program*. Phoenix, AZ 85085: Securosis, L.L.C.

OWASP. (2013). *The Ten Most Critical Web Application Security Vulnerabilities*.

Diambil kembali dari The Open Web Application Security Project (OWASP):

https://www.owasp.org/index.php/Top_10_2013-Top_10

S. Petrushevski, G., & Cabrera, H. (2013). *CloudFlare vs Incapsula vs ModSecurity*.

Diambil kembali dari <http://zeroscience.mk/files/wafreport2013.pdf>

Sumantri, I. (2012, November). *Statistik Insiden Keamanan Internet Indonesia*. Diambil

kembali dari Government Computer Security Incident Response Team (GOV-

CSIRT):

<http://govcsirt.kominfo.go.id/download/events/01%20Trend%20Serangan%20Internet-nov2012.pdf>

Web Security Glossary. (2013). Dipetik Juni 23, 2013, dari Web Application Security Consortium:

http://www.webappsec.org/projects/glossary/v1/wasc_glossary_02262004.pdf.

***USER ACCEPTANCE TERHADAP SIPADU-STIS MENGGUNAKAN
TEORI TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM) DAN
METODE ANALISIS STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)***

Abialam Koesnandy Hardjantho

Staf Badan Pusat Statistik

Margaretha Ari Anggorowati

Dosen sekolah Tinggi Ilmu statistik

Abstract

The successful of developing and implementation of information sistem is depend on the user acceptance. SIPADU-STIS is an academic information system that support academic's bisnis process. Technology Acceptance Model (TAM) will be employed for analysing of SIPADU-STIS system. Validation of TAM model will estimate using Structural Equation Model (SEM). The model shows that SIPADU-STIS has a high user's acceptance .

Key words : *Technology Acceptance Model (TAM), Structural Equation Modeling (SEM), SIPADU-STIS, user acceptance, perceived usefulness, perceived ease of use*

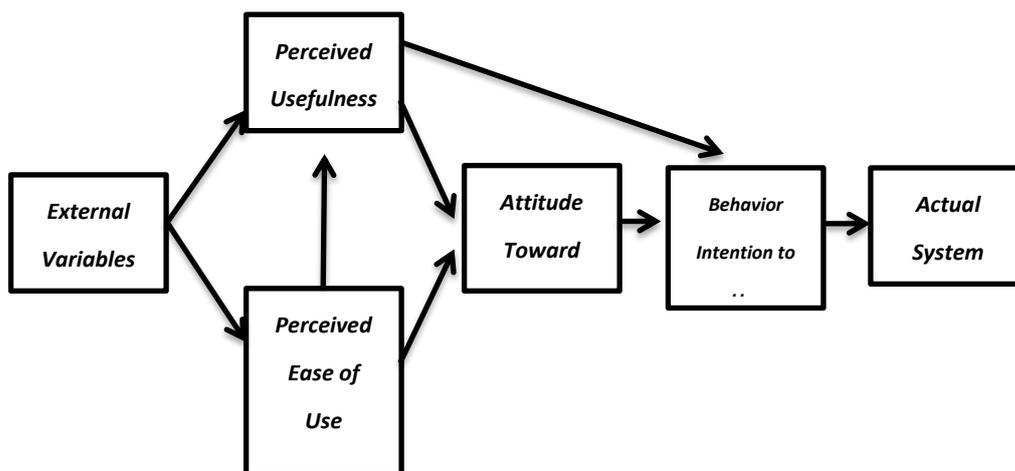
I. PENDAHULUAN

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (STIS) memiliki sebuah sistem informasi yaitu SIPADU (Sistem Informasi Terpadu) atau yang dikenal dengan SIPADU-STIS. Menurut Kang (1998), penerapan suatu sistem informasi baru dalam suatu organisasi akan memengaruhi keseluruhan organisasi terutama pada sumber daya manusianya. Sehingga kesuksesan dalam pembangunan dan pengembangan sistem informasi sangat bergantung pada tingkat penerimaan pengguna dari system informasi tersebut. Sehingga kesuksesan dalam pembangunan dan pengembangan sistem informasi sangat bergantung pada tingkat penerimaan pengguna dari sistem informasi tersebut. Hal tersebut disebabkan faktor pengguna memiliki pengaruh yang besar dalam menentukan apakah suatu sistem informasi dapat menjalankan tugas yang ditetapkan. Hingga saat ini terdapat beberapa

model yang berkembang untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi perilaku pengguna terhadap teknologi seperti *Theory of Reasoned Action* (TRA), *Theory Planned Behavior* (TPB), dan *Technology Acceptance Model* (TAM). Menurut (Chuttur, 2009) TAM banyak digunakan dan dan dikembangkan dalam analisis penerimaan pengguna. Model TAM melakukan pendekatan melalui dua variabel utama yaitu persepsi kemudahan penggunaan (*Perceived ease of use*) dan persepsi kegunaan (*Perceived usefulness*). Analisis model TAM untuk SIPADU-STIS membutuhkan sebuah alat analisis yang akurat. *Structural Equation Modelling* (SEM) digunakan sebagai metode analisis dan validasi model TAM. SEM merupakan suatu teknik *multivariate* yang menggabungkan aspek-aspek regresi berganda analisis jalur dan analisis faktor sehingga dapat memberikan kekuatan estimasi dari semua hipotesis hubungan antar variabel dalam model teoritis dan memberikan informasi dari semua hipotesis pengaruh secara langsung maupun tidak langsung antar satu variabel dengan variabel lainnya.

II. METODOLOGI

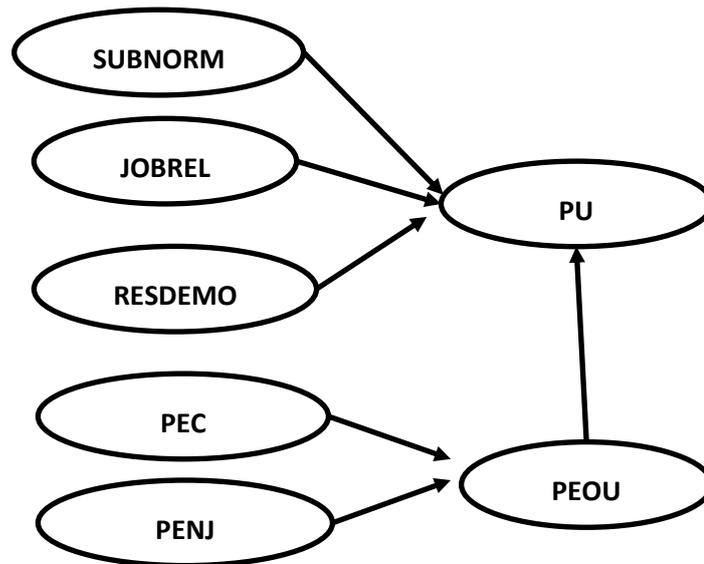
Technology Acceptance Model (TAM) merupakan suatu model yang digunakan untuk menjelaskan penerimaan dari sisi pengguna terhadap suatu sistem informasi tertentu. Menurut Davis (1993), TAM memberikan representasi yang informatif dari suatu mekanisme pemilihan desain yang memengaruhi penerimaan pengguna, sehingga dapat diterapkan untuk memprediksi dan mengevaluasi penerimaan pengguna dari suatu teknologi informasi. Model TAM dalam memprediksi dan mengevaluasi penerimaan pengguna berdasarkan pada 2 variabel utama, yaitu persepsi kegunaan (*perceived usefulness*) dan persepsi kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*) yang akan memengaruhi niat dan sikap seseorang terhadap penggunaan (*attitude toward using*), hal tersebut kemudian berpengaruh terhadap niat dan perilaku seseorang untuk menggunakan (*behavior of intention to use*) hingga akhirnya menunjukkan pada penggunaan nyata dari suatu sistem tertentu (*actual system use*).



Gambar 2. Technology Acceptance Model

Selanjutnya, Venkantesh dan Bala (2008) melakukan penelitian dengan menggabungkan model TAM 2 dan menjelaskan faktor-faktor penentu yang mempengaruhi persepsi kemudahan penggunaan (*Perceived ease of use*). Model TAM 3 berkembang untuk menganalisis pada lingkup yang lebih luas yaitu lingkup organisasi. Berbeda dari TAM 2 yang lebih fokus pada analisis pengguna dalam mengambil keputusan untuk menggunakan atau tidak menggunakan suatu teknologi di tempat kerja. Model TAM 3 memberikan representasi suatu jaringan yang lengkap berkaitan faktor-faktor penentu untuk adaptasi dan penggunaan suatu sistem tertentu.

Pada penelitian ini model TAM disesuaikan pada karakteristik responden, sistem informasi dan organisasi yang diteliti. *Perceived usefulness* (PU) dipengaruhi oleh *subjective norm* (SUBNORM), *job relevance* (JOBREL), *result demonstrability* (RESDEMO), *perceived ease of use* (PEOU). *Perceived ease of use* dipengaruhi oleh *perceptions of external control* (PEC) dan *perceived enjoyment* (PENJ). Gambar 2 menunjukkan kosntruk model TAM yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Konstruk model TAM

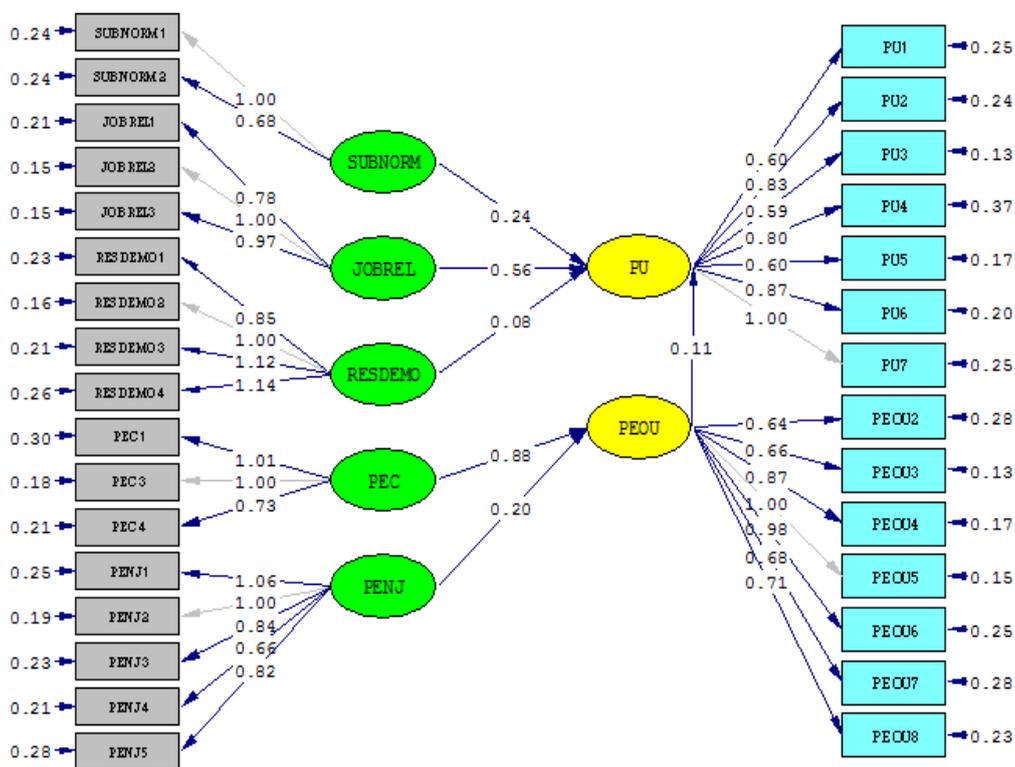
Dalam buku Wijanto (2008), *Structural Equation Modeling* (SEM) adalah suatu teknik statistik yang menganalisis variabel teramati, variabel laten dan error. SEM merupakan suatu teknik analisis yang berupa gabungan dan pengembangan dari beberapa teknik-teknik *multivariate* statistik seperti regresi berganda, analisis faktor dan analisis jalur yang dapat digunakan dalam menganalisis rangkaian variabel yang rumit atau multidimensional.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Anggorowati (2013) dengan judul “Pengembangan Metode Estimasi SEM *Non-Standar* Pada Analisis *Technology Acceptance Model*”. Hasil pada penelitian ini menunjukkan 3 hubungan signifikan yaitu *management support* kepada *subjective norm*, *subjective norm* kepada *perceived usefulness*, *perceptions of external control* kepada *perceived ease of use*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Parameter

Pada penelitian ini metode estimasi yang digunakan adalah *Robust Maximum Likelihood*. Hasil estimasi dari berbagai parameter dari model SEM (λ_x , λ_y , ε , γ , β , ζ) yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Estimasi parameter Model SEM

Uji Kecocokan Model

Dalam menilai *Goodness of fit* antara data dengan model pada metode SEM tidak dapat dilakukan secara langsung dilakukan seperti pada teknik *multivariate* lainnya. SEM tidak memiliki satu uji yang terbaik yang dapat menjelaskan fit atau tidaknya suatu model. Sebagai gantinya, pada metode SEM menggunakan beberapa ukuran *Goodness Of Fit Indices* (GOFI). Pada uji kebaikan model, model SEM memenuhi 10 kriteria baik (*good fit*), 2 kriteria cukup baik (*marginal fit*) dan 3 kriteria kurang baik. Oleh karena itu, dari keseluruhan hasil uji dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan merupakan model yang baik (*good fit*). Hasil uji kebaikan model ditunjukkan oleh Tabel 1.

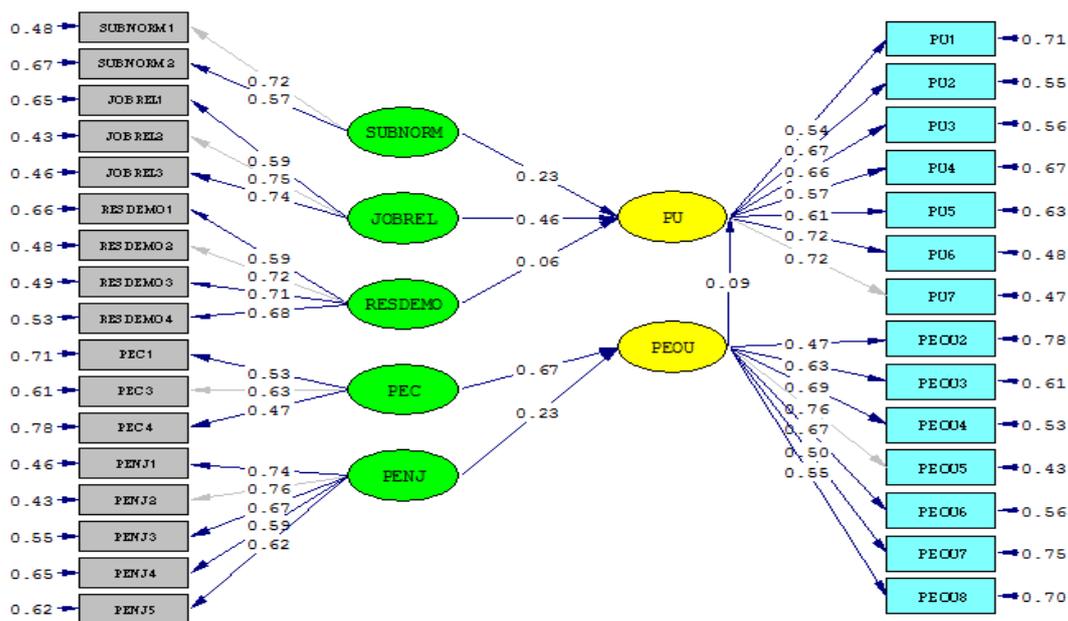
Tabel 1. Hasil uji kecocokan model (*goodness of fit*)

No	Goodness of Fit	Cut Off	Hasil Estimasi	Tingkat Kecocokan
(1)	(2)	(3)	(5)	(4)
Uji Kecocokan Absolut				
1	<i>Chi-Square</i>	Nilai yang kecil <i>p-value</i> > 0,05	Chi-square= 801,91 <i>p-value</i> =0,0000	Kurang Baik
2	NCP	Nilai yang kecil Interval yang sempit	NCP : 383,91 Interval : (307,67 ; 467,94)	Kurang Baik
3	GFI	GFI ≥ 0,9	0,82	Marginal Fit
4	RMR	<i>Standardized</i> RMR ≤ 0,05	0,066	Kurang Baik
5	RMSEA	RMSA ≤ 0,08	0,052	Baik (<i>good fit</i>)
6	ECVI	Nilai yang kecil dan dekat dengan ECVI <i>saturated</i>	M* :2,81 S* :2,91 I* :36,12	Baik (<i>good fit</i>)
Uji Kecocokan Inkremental				
7	NNFI	NNFI ≥ 0,9	0,96	Baik (<i>good fit</i>)
8	NFI	NFI ≥ 0,9	0,93	Baik (<i>good fit</i>)
9	AGFI	AGFI ≥ 0,9	0,80	Marginal Fit
10	RFI	RFI ≥ 0,9	0,93	Baik (<i>good fit</i>)
11	IFI	IFI ≥ 0,9	0,97	Baik (<i>good fit</i>)
12	CFI	CFI ≥ 0,9	0,97	Baik (<i>good fit</i>)
Uji Kecocokan Parsimoni				
13	AIC	Nilai yang kecil dan dekat dengan AIC <i>saturated</i>	M* : 957,91 S* : 992,00 I* : 12317,96	Baik (<i>good fit</i>)
14	CAIC	Nilai yang kecil dan dekat dengan CAIC <i>saturated</i>	M* : 1335,02 S* : 3390,07 I* : 12467,84	Baik (<i>good fit</i>)
Ukuran Kecocokan Hoetler's Critical N				
15	CN	CN ≥ 200	208,60	Baik (<i>good fit</i>)

Analisis Model Pengukuran

Tahap selanjutnya yang harus dilakukan setelah pengujian kecocokan model adalah analisis model pengukuran. Analisis model pengukuran meliputi evaluasi terhadap validitas variabel teramati (indikator) dan evaluasi reliabilitas dari model pengukuran setiap variabel laten.

Setelah melakukan pengolahan dengan menggunakan program LISREL 8.8 berupa model SEM SLF dan *t-value*, dapat diperoleh informasi beberapa indikator yang dianggap telah valid sehingga dilakukan eliminasi untuk indikator tersebut.



Gambar 3. Model SEM: nilai *standardized loading factor*

Interpretasi Model Pengukuran

Pada Gambar 3 dapat kita peroleh informasi berupa nilai muatan faktor standar (*standardized loading factor*) yang menunjukkan seberapa besar kontribusi variabel teramati dalam pembentukan variabel latennya. Variabel teramati yang memiliki nilai *standardized loading factor* terbesar memberikan informasi bahwa variabel teramati tersebut dapat dengan baik menggambarkan variabel laten yang di ukurnya. Selanjutnya nilai *variance extracted* yang dihasilkan menunjukkan seberapa besar informasi dalam variabel teramati dapat diwakili oleh variabel latennya.

Analisis Model Struktural

Analisis model struktural merupakan analisis yang dilakukan untuk mengevaluasi parameter-parameter yang menunjukkan hubungan kausal atau pengaruh antar variabel laten dalam penelitian. Berdasarkan diagram jalur yang dihasilkan, dapat diperoleh pengaruh antar variabel laten. Model struktural yang dihasilkan adalah :

$$PU = 0,11*PEOU + 0,24*SUBNORM + 0,56*JOBREL + 0,082*RESDEMO,$$

$$PEOU = 0,88*PEC + 0,20*PENJ, \text{ Errorvar.} = 0,064$$

Signifikansi koefisien jalur pada model struktural ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi signifikansi koefisien pada model struktural

Jalur	Estimasi	t-value	Kesimpulan
(1)	(2)	(3)	(5)
SUBNORM → PU	0,24	2,00	Signifikan
JOBREL → PU	0,56	4,69	Signifikan
RESDEMO → PU	0,082	0,68	Tidak Signifikan
PEOU → PU	0,11	0,95	Tidak Signifikan
PEC → PEOU	0,88	4,35	Signifikan
PENJ → PEOU	0,20	2,08	Signifikan

a) Hipotesis 1: *Subjective norm* diduga memiliki pengaruh terhadap *perceived usefulness*

Koefisien jalur antara variabel *subjective Norm* dengan *perceived usefulness* yaitu 0,24 dan nilai *t-value* sebesar 2,00 lebih besar dari nilai *t-tabel* pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yaitu 1,96 yang menyatakan *subjective norm* yang dimiliki atau dirasakan berpengaruh signifikan terhadap *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS. Sedangkan nilai positif pada koefisien parameter menunjukkan semakin tingginya tingkat *subjective norm* yang dimiliki atau dirasakan maka akan semakin tinggi tingkat *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS.

b) Hipotesis 2: *Job relevance* diduga memiliki pengaruh terhadap *perceived usefulness*

Koefisien jalur antara variabel *job relevance* dengan *perceived usefulness* yaitu 0,56 dan nilai *t-value* sebesar 4,69 lebih besar dari nilai *t-tabel* pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yaitu 1,96 yang menyatakan *job relevance* yang dimiliki atau dirasakan berpengaruh signifikan terhadap *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS. Sedangkan nilai positif pada koefisien parameter menunjukkan semakin tingginya tingkat *job relevance* yang dimiliki atau dirasakan maka akan semakin tinggi tingkat *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS.

c) **Hipotesis 3: *Result demonstrability* diduga memiliki pengaruh terhadap *perceived usefulness***

Koefisien jalur antara variabel *result demonstrability* dengan *perceived usefulness* yaitu 0,082 dan nilai statistik tabel sebesar 0,68 lebih kecil dari nilai t-tabel pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$ yaitu 1,96 yang menyatakan *result demonstrability* yang dimiliki atau dirasakan tidak berpengaruh signifikan terhadap *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS. Sedangkan nilai positif pada koefisien parameter menunjukkan semakin tingginya tingkat *result demonstrability* yang dimiliki atau dirasakan maka akan semakin tinggi tingkat *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS.

d) **Hipotesis 4: *Perceived ease of use* diduga memiliki pengaruh terhadap *perceived usefulness***

Koefisien jalur antara variabel *perceived ease of use* dengan *perceived usefulness* yaitu 0,11 dan nilai *t-value* sebesar 0,95 lebih kecil dari nilai t-tabel pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$ yaitu 1,96 yang menyatakan *perceived ease of use* yang dimiliki atau dirasakan berpengaruh signifikan terhadap *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS. Sedangkan nilai positif pada koefisien parameter menunjukkan semakin tingginya tingkat *perceived ease of use* yang dimiliki atau dirasakan maka akan semakin tinggi tingkat *perceived usefulness* pengguna SIPADU-STIS.

e) **Hipotesis 5: *Perceptions of external control* diduga memiliki pengaruh terhadap *perceived ease of use***

Koefisien jalur antara variabel *perceptions of external control* dengan *perceived ease of use* yaitu 0,88 dan nilai *t-value* sebesar 4,35 lebih besar dari nilai t-tabel pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$ yaitu 1,96 yang menyatakan *perceptions of external control* yang dimiliki atau dirasakan berpengaruh signifikan terhadap *perceived ease of use* pengguna SIPADU-STIS. Sedangkan nilai positif pada koefisien parameter menunjukkan semakin tingginya tingkat *perceptions of external control* yang dimiliki atau dirasakan maka akan semakin tinggi tingkat *perceived ease of use* pengguna SIPADU-STIS.

f) Hipotesis 6: *Perceived enjoyment* diduga memiliki pengaruh terhadap *perceived ease of use*

Koefisien jalur antara variabel *perceived enjoyment* dengan *perceived ease of use* yaitu 0,20 dan nilai *t-value* sebesar 2,08 lebih besar dari nilai *t-tabel* pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$ yaitu 1,96 yang menyatakan *perceived enjoyment* yang dimiliki atau dirasakan berpengaruh signifikan terhadap *perceived ease of use* pengguna SIPADU-STIS. Sedangkan nilai positif pada koefisien parameter menunjukkan semakin tingginya tingkat *perceived enjoyment* yang dimiliki atau dirasakan maka akan semakin tinggi tingkat *perceived ease of use* pengguna SIPADU-STIS.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada studi kasus sistem SIPADU, variabel *result demonstrability* tidak berpengaruh signifikan terhadap persepsi kegunaan (PU) dan variabel persepsi kemudahan (PEOU) tidak berpengaruh signifikan terhadap persepsi kegunaan (PU).

Variabel *job relevance* memiliki pengaruh lebih kuat pada persepsi kemudahan dibandingkan dengan variabel *subjective norm* dan PEOU dan *result demonstrability*, dan variabel *perception of external control* memiliki pengaruh yang lebih kuat pada PEOU dibandingkan dengan variabel *percieved enjoyment*.

Perlu dilakukan pengembangan SIPADU lebih lanjut khususnya ketersediaan sumberdaya yang dibutuhkan dalam penggunaan SIPADU. Kenyamanan pengguna dalam menggunakan SIPADU menjadi faktor yang cukup berperan dalam persepsi kemudahan bagi pengguna SIPADU. Fungsi-fungsi pada SIPADU sebaiknya selalu dikembangkan sesuai dengan tugas pokok para pengguna, sehingga dengan fungsi SIPADU yang terus berkembang akan selalu mendukung proses kerja dari pengguna (*job relevance*).

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Anggorowati, M.A. (2013). *Pengembangan Metode Estimasi SEM Non-Standar Pada Analisis Technology Acceptance Model* [Disertasi]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Azwar, Saifuddin. (1997). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Chuttur. M.Y. (2009). Overview Of The Technology Acceptance Model: Origins, Developments And Future Directions. Indiana University, USA. *Sprouts: Working paper on information systems*.
- Cochran, G., William. (1991). *Teknik Penarikan Sampel Jilid III*. Jakarta: UI Press.
- Davis, F. (1989), Perceived Usefulness, Perceived Ease Of Use And User Acceptance Of Information Technology. *MIS Quartely*, Vol.13 (3),hal. 319-339.
- Davis, F. (1993). User Acceptance Of Information Technology: System Characteristics, User Perceptions. *Int. J. Man Machine Studies*, Vol.38 (3),hal. 475-87.
- Diponegoro, Ahmad Muhammad. (2005). Validitas Konstruk Skala Afek. *Humanitas: Indonesian Psychological Journal*, 2 No.1 Januari 2005: 64-74.
- Djaali, & Pudji. (2008). *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Jakarta: Grasindo.
- Ghozali, Imam. (2008). *Structural Equation Modeling Teori Konsep dan Aplikasi dengan Program Lisrel 8.80 + CD*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hair, J.F. Jr., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C. (1998). *Multivariate Data Analysis, (5th Edition)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hair, J.F. Jr., Babin, B.J., Anderson, R.E., & Black, W.C. (2010). *Multivariate Data Analysis, (7th Edition)*. Prentice Hall.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1996). *LISREL 8 user's reference guide*. Uppsala, Sweden: Scientific Software International.
- Kang, Sungmin. (1998). Information Technology Acceptance : Evolving With The Changes In The Network Environment Center For Information System Management Department Of Management Science And Information System Graduate School Of Business. *The University of Texas at Austin. IEEE*. 118

- Maruyama, G., (1997). *Basics Of Structural Equation Modeling*. 1st Edn., *Sage Publications, Thousand Oaks*, ISBN-10: 0803974086, pp: 311.
- Mike, Rosebush. (2011). *Validation of the Character Mosaic Report*. *Technical Report*.
- Singarimbun, Masri & Sofyan Effendi. (1989). *Metode Penelitian Survei*, LP3ES. Jakarta.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Takdir. (2011). SIPADU STIS versi Juli 2011. 12 Juli 2014.
- Venkatesh, V., & Davis, F.D., (2000). A Theoretical Extension Of The Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*. Vol. 46, No. 2, pp. 186-204.
- Venkatesh, V. & H. Bala, (2008). Technology Acceptance Model 3 And A Research Agenda On Interventions. *Decision Sci.*, 39: 273-315.
- Venkatesh, V., & Michael G. Moris, (2000), Why on't Men Ever Stop to Ask for Directions? Gender, Social Influence, and Their Role in Technology Acceptance and Usage Behavior, *MIS Quarterly*.
- Wibisono, Dermawan. (2003). *Riset Bisnis: Panduan bagi Praktisi dan Akademisi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wijanto, Setyo Hari. (2008). *Structural Equation Modeling dengan Lisrel 8.8: Konsep dan Tutorial*. Jakarta: Graha Ilmu.

Petunjuk Penulisan JURNAL

APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

Naskah dikirim dalam bentuk *softcopy* ke alamat email uppm@stis.ac.id disertai dengan daftar riwayat hidup ringkas penulis. Format naskah mengacu pada Petunjuk Penulisan Naskah berikut:

Naskah dibuat menggunakan *Microsoft Office Word* 2010. Seluruh bagian dalam naskah diketik dengan huruf *Times New Roman*, ukuran 12, spasi 1,5, ukuran kertas A4 dan margin 2 cm untuk semua sisi, serta jumlah halaman 15-20. Untuk kepentingan penyuntingan naskah, seluruh bagian naskah (termasuk tabel, gambar dan persamaan matematika) dibuat dalam format yang dapat disunting oleh editor.

Gaya penulisan naskah untuk Jurnal Aplikasi Statistika dan Komputasi Statistik ditulis dalam Bahasa Indonesia dengan gaya naratif. Pembabakan dibuat sederhana dan sedapat mungkin menghindari pembabakan bertingkat. Tabel dan gambar harus mencantumkan sumber jika dari data sekunder. Tabel, gambar dan persamaan matematika diberi nomor secara berurut sesuai dengan kemunculannya. Semua kutipan dan referensi dalam naskah harus tercantum dalam daftar pustaka, dan sebaliknya sumber bacaan yang tercantum dalam daftar pustaka harus ada dalam naskah. Format sumber: Nama Penulis dan Tahun. Nomor dan judul tabel diletakkan di bagian atas tabel dan dicetak tebal, sedangkan nomor dan judul gambar diletakkan di bagian bawah gambar dan dicetak tebal.

Bagian naskah berisi:

Judul. Judul tidak melebihi 12 kata dalam Bahasa Indonesia.

Data Penulis. Berisi nama lengkap semua penulis tanpa gelar, asal institusi, dan alamat email.

Abstrak. Ditulis dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, maksimum 100 kata untuk masing-masing abstrak dan berisikan tiga hal yaitu topik yang dibahas, metodologi yang dipergunakan dan hasil yang didapatkan.

Kata Kunci. Berisi kata atau frasa (maksimum 5 subjek) yang sering dipergunakan dalam naskah dan dianggap mewakili dan atau terkait dengan topik yang dibahas.

Pendahuluan. Memuat latar belakang, studi sebelumnya yang relevan, permasalahan ataupun hipotesis yang akan diuji dalam penelitian, ruang lingkup penelitian, serta tujuan dari penelitian.

Metodologi terdiri atas:

- a. **Tinjauan Referensi.** Bagian ini menguraikan landasan konseptual dari tulisan dan berisi alasan teoritis mengapa pertanyaan penelitian dalam artikel diajukan. Di samping itu penulis dapat mengutip studi yang relevan sebelumnya untuk melengkapi justifikasi mengenai kerangka pikir penelitian.
- b. **Metode Analisis.** Bagian ini berisi informasi teoritis dan teknis yang cukup memadai untuk pembaca dapat mereproduksi penelitian dengan baik termasuk di dalamnya uraian mengenai jenis dan sumber data serta variabel yang digunakan. Dalam hal keperluan verifikasi hasil, editor dan mitra bestari (*reviewer*) berhak meminta data mentah (*raw data*) yang digunakan penulis.

Hasil dan Pembahasan. Tuliskan hasil yang didapat berdasarkan metode yang digunakan disertai analisis terhadap variabel-variabelnya . Dapat disajikan berupa tabel, gambar, hasil pengujian hipotesis dengan disertai uraian analitis yang mengangkat poin-poin penting berdasarkan konsepsi teoritisnya.

Kesimpulan dan Saran. Bagian ini memuat kesimpulan dari hasil dan implikasinya secara akademis, dan saran yang dapat diberikan berdasarkan temuan dari pembahasan. Bagian ini juga memuat keterbatasan penelitian dan kemungkinan penelitian lanjutan yang dapat dilakukan dengan penggunaan/pengembangan variabel, metode analisis ataupun cakupan wilayah penelitian lainnya.

Daftar Pustaka. Daftar pustaka disusun berdasarkan urutan abjad dengan ketentuan sebagai berikut:

Publikasi Buku

1. Penulis satu orang
Enders, Walter. 2010. *Applied Econometric Time Series, Third Edition*. New Jersey: Wiley.
2. Penulis dua orang
Pyndick, Robert. S. dan Rubinfeld, Daniel L. 2009. *Microeconomics, Seventh Edition*. New Jersey: Pearson Education.
3. Penulis tiga orang
Fotheringham, A. S., Brunsdon, C, dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. West Sussex: John Wiley & Sons.

Artikel dalam jurnal

Romer, P. 1993. Idea Gaps and Object Gaps in Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 32 (3), 543–573.

Artikel online

Woodward, Douglas P. 1992. Locational Determinants of Japanese Manufacturing Start-Ups in the United States. *Southern Economic Journal*, Vol. 58 (3), 690-708. <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1059836> (Diakses 1 September, 2014).

Buku yang ditulis oleh lembaga atau organisasi

BPS. 2009. *Analisis dan Penghitungan Tingkat Kemiskinan 2008*. Jakarta: BPS.

Kertas kerja (working papers)

Edwards, S. 1990. Capital Flows, Foreign Direct Investment, and Debt-Equity Swaps in Developing Countries. *NBER Working Paper*, 3497.

Makalah yang direpresentasikan

Zhang, Kevin H. 2006. Foreign Direct Investment and Economic Growth in China: A Panel Data Study for 1992-2004. *Conference of WTO, China, and Asian Economies*. Beijing.

Karya yang tidak dipublikasikan

Hartono, Djoni. 2002. Analisis Dampak Kebijakan Harga Energi terhadap Perekonomian dan Distribusi Pendapatan di DKI Jakarta: Aplikasi Model Komputasi Keseimbangan Umum (Computable General Equilibrium Model). *Tesis*. Jakarta.

Artikel di koran, majalah, dan periodik sejenis

Reuters. (2014, September 17). Where is Inflation?. *Newsweek*.