

IDENTIFIKASI STRUKTUR EKONOMI SEKTORAL DAN REGIONAL SELURUH PROVINSI DI INDONESIA MENGGUNAKAN ANALISIS *NETWORK*

Lamtutur Sri Paulina Pasaribu
Politeknik Statistika STIS

ABSTRACT

This study aims to identify key sectors in the economy of all provinces in Indonesia by network analysis using Indonesia's Inter-Regional Input-Output (IRIO) tables. The results of this study show that the most sensitive sector and the sector with the highest ranking in terms of having relationships with other important sectors are the manufacturing industry and its region is dominated by provinces on the island of Java. Furthermore, the sectors with the highest ratings in terms of their ability to influence resources among other sectors are the manufacturing, construction, transportation, and warehousing industries, and financial services and insurance sectors. As well as the results of community detection show that sectors that are in the same province and have close geographical distances tend to interact more often. The results of this study also show that the highest rankings of the sector as a whole are dominated by provinces on the island of Java while the lowest is by the Eastern Part of Indonesia.

Keywords: Network Analysis; Centrality Measures; Economic Structure; Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sektor-sektor penting dalam perekonomian di seluruh provinsi di Indonesia menggunakan analisis network pada tabel Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sektor yang paling sensitif dan sektor dengan peringkat tertinggi dalam hal memiliki hubungan dengan sektor penting lainnya adalah industri pengolahan serta wilayahnya didominasi oleh provinsi-provinsi di Pulau Jawa. Selanjutnya sektor dengan peringkat tertinggi dalam hal kemampuannya untuk mempengaruhi sumber daya di antara sektor-sektor lain adalah sektor industri pengolahan, konstruksi, transportasi dan pergudangan, dan jasa keuangan dan asuransi. Serta hasil deteksi komunitas menunjukkan bahwa sektor-sektor yang berada pada provinsi yang sama dan memiliki jarak geografis yang dekat cenderung lebih sering berinteraksi. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa peringkat-peringkat tertinggi sektor secara keseluruhan didominasi oleh provinsi-provinsi di Pulau Jawa sedangkan terendah oleh wilayah Indonesia Bagian Timur.

Kata kunci: Analisis *Network*; Ukuran Sentralitas; Struktur Ekonomi; Indonesia

Klasifikasi JEL: C45; E66

1. PENDAHULUAN

Perdagangan selalu memainkan peran penting dalam perekonomian suatu negara. Perdagangan membuktikan bahwa mustahil untuk seseorang dapat menghasilkan seluruh barang yang ingin dikonsumsi sendiri. Kegiatan perdagangan memungkinkan pembagian kerja dan spesialisasi bagi orang-orang dalam melakukan aktivitas-aktivitas ekonomi (Mankiw, 2019). Seiring dengan perkembangan infrastruktur dan teknologi, kegiatan dan aktivitas ekonomi saat ini semakin terkait satu sama lain (Oinas et al., 2018). Dengan aktivitas ekonomi yang semakin saling terkait ini, penyebaran guncangan di seluruh sistem ekonomi menjadi isu sentral. Guncangan pada satu sektor tertentu bisa menyebar keseluruh ekonomi dan bahkan dapat menyebabkan resesi (Martin & Gardiner, 2019). Oleh karena itu, analisis hubungan antar sektor ekonomi merupakan hal yang penting untuk dilakukan.

Tabel input-output merupakan alat yang pada umumnya digunakan untuk mendukung analisis hubungan antar sektor dalam perekonomian daerah, nasional, maupun internasional. Analisis tabel input-output dapat memberikan wawasan yang berguna tentang ukuran industri, strategi pengembangan sehubungan dengan struktur produksi yang berbeda, dan efek potensial dari perluasan satu sektor pada sektor lainnya (Cuello et al., 1992). Analisis yang biasa diterapkan pada tabel input-output adalah dengan menghitung matriks Leontief dan efek pengganda. Meskipun demikian, analisis ini bergantung pada besarnya sektor secara absolut atau relatif, tanpa memperhitungkan karakteristik heterogen seperti peran khususnya dalam interkoneksi dan stabilitas sistem ekonomi secara keseluruhan. Selain itu, ini mengasumsikan adanya skala hasil konstan dan berkonsentrasi pada efek rata-rata (bukan marjinal) dari perubahan permintaan satu sektor pada sektor lain dan perekonomian nasional.

Metode analisis *network* oleh Newman (2003) dapat mengatasi beberapa masalah tersebut, dengan mempertimbangkan masalah sentralitas dan efek *clustering*. Dalam analisis *network*, sistem ekonomi nasional dimodelkan sebagai jaringan yang kompleks, sektor sebagai *node* (*vertex*) dan transaksi penjualan/pembelian sebagai *edges* (*line*) serta jumlah/besar transaksi sebagai *weight*. Pendekatan yang diusulkan dapat dengan tepat mewakili saling ketergantungan multisektoral dan potensi pengaruh satu sektor terhadap sektor lain yang signifikan dan/atau kelompok sektor. Selain itu, dapat membantu mengidentifikasi sektor-sektor penting yang terkait dengan ketahanan sistem ekonomi secara keseluruhan.

Analisis *network* merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis jaringan yang kompleks. Analisis ini telah banyak diterapkan di beberapa bidang, seperti sosial oleh Can & Alatas (2019), biologi oleh Niemira et al. (2020), dan ekonomi. Beberapa aplikasi analisis *network* di bidang perdagangan internasional, yaitu melibatkan sektor-sektor dalam satu negara oleh DePaolis et al. (2020) dan juga yang melibatkan beberapa negara secara bersamaan (Angelidis et al., 2020; Cingolani et al., 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Jin et al. (2022) tahun 2022, misalnya, menggunakan tabel interregional input output Brazil untuk membangun *network* dari 27 negara bagian dengan 68 sektor. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat ketergantungan antar wilayah tetapi masih ditemui beberapa negara bagian yang terisolasi dari sektor-sektor produktif yang ada di Brazil.

Penelitian oleh Wang et al. (2021) juga membangun *network* dari tabel multi-regional input-output Tiongkok tahun 2007 dan 2012. Hasil dari penelitian ini cukup menarik, yakni menunjukkan bahwa kegiatan antar provinsi di Tiongkok meningkat seiring dengan pesatnya pertumbuhan ekonomi nasional, namun tidak secepat kegiatan ekonomi dalam provinsi.

Penelitian Sun et al. (2018) juga membuat kontribusi pada analisis *network* dari 30 provinsi dengan inter-regional input-output Tiongkok. Penelitian ini menunjukkan bahwa sektor perangkat komunikasi dan transportasi memainkan peran penting dalam perekonomian Tiongkok. Peneliti juga menyarankan agar pembuat kebijakan dengan memperhatikan hubungan input-output antar sektor dalam memantau perekonomian di Tiongkok, serta memberikan perhatian lebih pada sektor-sektor yang berada di daerah berkembang daripada terus menerus fokus pada daerah maju.

Dalam konteks Indonesia, sudah terdapat banyak peneliti yang berusaha menganalisis tabel input-output menggunakan matriks Leontief dan efek pengganda dengan tujuan untuk menganalisis sektor-sektor dalam perekonomian Indonesia, seperti penelitian Armelly et al. (2021), Syofya & Rahayu (2018) dan Widyawati (2017). Akan tetapi masih terbatas penelitian yang memanfaatkan analisis *network* pada tabel input-output untuk menganalisis sektor-sektor dalam perekonomian Indonesia. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian yang dapat memberikan bukti empiris untuk mengidentifikasi struktur perekonomian Indonesia dengan menyelidiki sektor-sektor utama pada seluruh provinsi di Indonesia, interaksi antar sektor, interaksi dalam kelompok sektor. Sangat penting untuk menemukan cara untuk memperkuat perekonomian Indonesia melalui pemahaman lebih mengenai hubungan yang terdapat diantara sektor-sektor perekonomian ini yang pada akhirnya akan berguna dalam perumusan rencana pembangunan dan stabilitas perekonomian jangka panjang.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur perekonomian Indonesia dengan menyelidiki sektor-sektor utama pada seluruh provinsi di Indonesia, interaksi antar sektor, interaksi dalam kelompok sektor, serta membuat peringkat sektor-sektor mana yang paling memiliki pengaruh pada perekonomian Indonesia dengan menggunakan analisis *network* pada tabel Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia.

2. METODE DAN DATA

Seperti disebutkan di bagian sebelumnya, tabel input-output bisa merepresentasikan sebuah *network* di mana *node* (juga disebut *vertex*) adalah sektor atau industri dan *line* yang menghubungkan mereka (juga disebut *edge*) adalah transaksi yang terjadi antar industri. Lebih tepatnya, tabel input-output adalah *network* yang sangat padat (*dense*), tertimbang (*weighted*), dan terarah (*directed*). *Network* pada tabel input-output sangat padat (*dense*) karena sebuah industri akan terhubung pada hampir seluruh industri yang lain, ditambah lagi jika tabel input-output tersebut memiliki level agregasi yang tinggi. Tabel input-output juga merupakan *network* yang *weighted* karena *edge* pada tabel *input-output* tidak hanya merepresentasikan hubungan tetapi juga merepresentasikan besar dari hubungannya yaitu nilai dari transaksi antar sektor atau industri. Tabel *input-output* juga merupakan *directed network* karena tabel input-output merepresentasikan aliran dua arah antar sektor ekonomi yang artinya setiap *node* dihubungkan oleh dua *edge*.

Penelitian ini akan menggunakan tabel inter regional input-output (IRIO). Pada Gambar 1 menunjukkan bentuk tabel IRIO secara sederhana untuk bisa memberikan gambaran pada pembaca (Cahyono & Sumargo, 2005). Setiap sel dari matriks permintaan antara x menggambarkan nilai moneter barang yang dipertukarkan antara sektor yang berbeda dalam perekonomian. Baris x menggambarkan besarnya output di suatu sektor untuk memenuhi permintaan antara sektor lain, sedangkan kolom x menunjukkan besarnya input yang digunakan oleh suatu sektor yang berasal dari sektor lain.

		Permintaan Antara	Permintaan Akhir			Jumlah Output
		Provinsi 1 x Sektor 1 ... Provinsi 3 x Sektor 2	Provinsi	[...]	Provinsi	
Provinsi 1	Sektor 1	(x)	(F)	[...]	(F)	(X)
	Sektor 2					
Provinsi 2	Sektor 1					
	Sektor 2					
Provinsi 3	Sektor 1					
	Sektor 2					
Input Primer		(V)				
Jumlah output		(X)				

S

Gambar 1: Gambaran Sederhana Tabel IRIO

Ukuran *vertex centrality* oleh Freeman (1979) merupakan ukuran yang bisa dipertimbangkan untuk menentukan seberapa penting sebuah sektor atau industri dalam perekonomian. Contohnya adalah *degree centrality* yang mengukur jumlah semua *edges* yang terhubung pada sebuah node, semakin banyak jumlah *edges* yang terhubung pada node tersebut maka semakin penting *node* tersebut. Karena tabel IRIO merupakan sebuah *network* yang sangat padat (*dense*) dan juga jumlah *edge* antar sektor tidak akan terlalu bervariasi satu sama lain, maka ukuran *degree centrality* ini merupakan ukuran yang buruk jika diterapkan pada tabel IRIO. Ukuran berdasarkan jalur (*path-based*) juga diperkenalkan oleh Freeman untuk menentukan posisi *node* pada *network* yang lebih besar. Dua ukuran dalam *path-based* adalah *closeness* dan *betweenness*. Tetapi untuk diterapkan pada tabel IRIO, ukuran ini masih memiliki kelemahan, yakni tidak mempertimbangkan nilai dari tiap *edge* yang melekat pada sebuah *node* tetapi hanya mempertimbangkan posisi dari *node* tersebut saja. Pada *network* yang terdapat pada tabel IRIO, nilai aliran antar sektor merupakan hal yang harus dipertimbangkan dalam menganalisis karakteristik perilaku sektor tersebut. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini akan menggunakan ukuran sentralitas berupa *weighted betweenness centrality* (WBC), *Random walk centrality* (RWC), dan *PageRank centrality* (PRC).

Ukuran *weighted betweenness centrality* (WBC) oleh Opsahl et al. (2010) merupakan ukuran yang dimodifikasi dari *betweenness centrality* untuk *weighted network*. Perhitungan *weighted betweenness centrality* dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung *weighted geodesic measure* sebagai berikut.

$$d_{(i,j)}^{w\alpha} = \min \left(\frac{1}{(w_{ih})^\alpha} + \dots + \frac{1}{(w_{ij})^\alpha} \right)$$

di mana w_{ij} adalah *weight*/bobot yang dijumlahkan untuk masing-masing *edge*/jalur antara sektor i dan sektor j , dan jalur yang memiliki nilai terendah dipilih. α berfungsi sebagai parameter yang digunakan untuk mempertimbangkan apakah jumlah langkah harus diperhitungkan. $\alpha = 0$ menghasilkan ukuran yang sama seolah-olah ikatan itu dari nilai biner; $\alpha = 1$ menjumlahkan nilai *weight*/bobot; $\alpha < 1$ mendukung lebih sedikit langkah; dan $\alpha > 1$ mendukung bobot yang lebih kuat dalam menghitung jarak jalur terpendek. Setelah menghitung *weighted distance measure*, menghitung *weighted betweenness* dapat dilakukan sebagai berikut

$$WBET_i = \frac{g_{jk}^{w\alpha}(i)}{g_{jk}^{w\alpha}}$$

di mana $g_{jk}^{w\alpha}$ adalah hitungan jumlah jalur terpendek/jalur *geodesic* antara sektor i dan sektor j . Ukuran *weighted betweenness centrality* ini digunakan untuk mengidentifikasi sektor-sektor yang memiliki posisi strategis, mengukur peran sektor dalam mentransmisikan atau memfasilitasi penciptaan nilai-nilai ekonomi.

Random walk centrality (RWC) adalah invers dari rata-rata *mean first-passage time* (MFPT) (Blöchl et al., 2011; Xing et al., 2017). MFPT $R(j, i)$ adalah jumlah langkah yang diharapkan untuk tiba dari sektor j ke sektor i . Nilai RWC yang tinggi dari suatu sektor menunjukkan bahwa sektor tersebut sangat sensitif terhadap kondisi pasokan sektor manapun dalam perekonomian. Untuk penjelasan matematis lebih lanjut dari ukuran ini dapat dilihat pada (Blöchl et al., 2011).

Selain itu akan digunakan juga ukuran *PageRank Centrality* (PRC) (Zhang et al., 2021). Ukuran ini digunakan sebagai ukuran sentralitas untuk *network* yang *directed* dan *weighted* (Del Río-Chanona et al., 2017; Wang et al., 2021). Dalam ukuran *PageRank* mendefinisikan bahwa suatu sektor akan sangat penting jika terhubung dengan sektor penting lainnya. *PageRank* adalah ukuran kuantitas dan kualitas karena menangkap jumlah *edges* yang dapat dimiliki *node* dan pentingnya *node* dalam jaringan; sektor bisa menjadi penting jika menerima dari sektor penting juga. *PageRank* dapat dihitung sebagai berikut (de Santana Ribeiro et al., 2022)

$$PR(i; t + 1) = \frac{1 - f}{n} + f \sum_{j \in M(i)} \frac{PR(j; t)w_{ij}}{S(j)}$$

di mana $M(i)$ adalah tetangga dari sektor- i , w_{ij} adalah *weight* yang menghubungkan antara sektor i dan j , dan f adalah faktor damping dengan nilai bawaan 0.85.

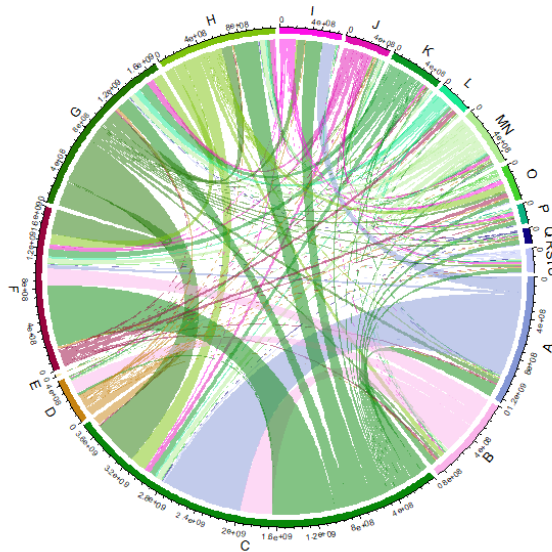
Dalam penelitian ini juga akan dilakukan identifikasi komunitas, yakni mengidentifikasi sektor-sektor yang paling banyak berinteraksi satu sama lain dilakukan menggunakan metode *community detection*. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan metode *community detection* yang populer, yakni *fastgreedy community* oleh Clauset et al. (2004), *walktrap community* oleh Pons & Latapy (2006), dan *infomap community* (Rosvall & Bergstrom, 2008). Kemudian akan dinilai hasil dari pendeteksian komunitasnya dengan ukuran *modularity*, ukuran ini didefinisikan sebagai pengukur kualitas semua strategi pengelompokan. Dari ketiga metode di atas akan dipilih metode dengan hasil *modularity* paling tinggi sebagai alat untuk identifikasi komunitas pada penelitian ini.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Badan Statistik Indonesia berupa tabel Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia transaksi domestik atas dasar harga produsen menurut 34 provinsi dan 17 lapangan usaha tahun 2016. *Network* Inter Regional Input-Output (IRIO) dibangun dari IRIO tersebut dengan setiap *vertex* mewakili sektor dalam provinsi dan setiap *edge* mewakili transaksi yang ada dari satu provinsi ke provinsi lain serta setiap *weight* mewakili volume transaksi dalam jutaan rupiah. Pada penelitian ini *threshold* digunakan sebesar 100 juta Rupiah untuk menghubungkan sebuah sektor (Sun et al., 2018).

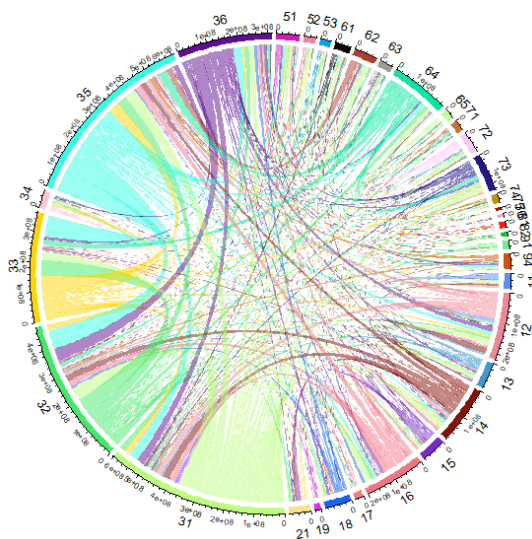
3. PEMBAHASAN

Network Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia yang dibangun dari tabel Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia transaksi domestik atas dasar harga produsen menurut 34 provinsi dan 17 lapangan usaha memiliki *vertex* sebanyak 578 dan *edges* sebanyak 20941. Pada

Gambar 2, terdapat *chord* diagram yang menunjukkan hubungan antar sektor-sektor di Indonesia. Sektor-sektor dalam *chord* diagram tersebut sudah dilakukan agregat terlebih dahulu dan dihilangkan output sektor yang digunakan oleh sektor itu sendiri sebagai permintaan antara/ *self-loop*. Busur luar dengan warna berbeda mewakili suatu sektor dan panjang busur mewakili jumlah transaksi masuk dan keluar. Akord dari satu busur ke busur lainnya mewakili transaksi dari sektor satu ke sektor yang lain serta lebarnya sebanding dengan volume transaksi, sedangkan warnanya tetap sama dengan warna sektor sumbernya. Untuk kode sektor dapat dilihat pada lampiran. Terlihat bahwa sektor industri pengolahan paling menonjol daripada sektor lainnya karena sektor ini memasok dan menerima permintaan antara hampir ke seluruh sektor yang ada. Sektor perdagangan memiliki panjang busur kedua terbesar setelah sektor industri pengolahan, terlihat bahwa sektor perdagangan banyak menjadi input antara untuk sektor lain. Sektor pertanian juga terlihat menonjol dan sebagian besar bahan baku dari sektor industri pengolahan berasal dari sektor pertanian.



Gambar 2: Chord Diagram yang Menunjukkan Hubungan Antar Sektor-Sektor di Indonesia

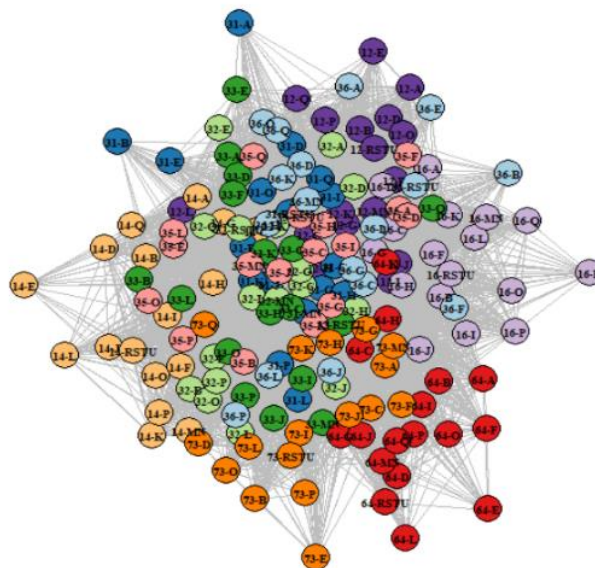


Gambar 3: Chord Diagram yang Menunjukkan Hubungan Antar Provinsi-Provinsi di Indonesia

Pada Gambar 3, terdapat *chord* diagram yang menunjukkan hubungan antar provinsi-provinsi di Indonesia. Provinsi-provinsi dalam *chord diagram* tersebut sudah dilakukan agregat terlebih dahulu dan dihilangkan output provinsi yang digunakan oleh provinsi itu sendiri sebagai permintaan antara/ *self-loop*. Busur luar dengan warna berbeda mewakili suatu provinsi dan panjang busur mewakili jumlah aliran masuk dan keluar. Akord dari satu busur ke busur lainnya mewakili transaksi dari provinsi satu ke provinsi lainnya serta lebarnya sebanding dengan volume transaksi, sedangkan warnanya tetap sama dengan warna sektor sumbernya. Untuk kode provinsi dapat dilihat pada lampiran.

Pada *chord* diagram di atas, menunjukkan busur yang paling panjang berurutan adalah Provinsi Jawa Timur, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Banten. Hal ini berarti aliran permintaan antara barang dan jasa masih terkonsentrasi di Pulau Jawa, dengan kesenjangan yang cukup besar dibanding provinsi-provinsi di luar Jawa. Disamping Pulau Jawa, provinsi yang terlihat menonjol adalah Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Riau tetapi tidak sebesar transaksi pada provinsi-provinsi di Pulau Jawa.

Pada Gambar 4, terlihat topologi dari *sub-Network* Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia. *Sub-Network* IRIO tersebut terdiri atas sektor-sektor dari provinsi dengan 10 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) teratas pada tahun 2016, *Self-loop* tidak disajikan dalam gambar. Walaupun hanya menampilkan 10 provinsi dengan tujuan menyederhanakan visualisasi, tetapi topologi *network* yang terbentuk sudah relatif lebih baik mencerminkan struktur dasar pada *Network* Inter Regional Input-Output (IRIO) Indonesia, di mana terlihat *network* sangat padat/*dense*.



Gambar 4: Topologi dari sub-network IRIO - 10 PDRB teratas

Analisis sektor menggunakan ukuran sentralitas menggambarkan struktur *network* IRIO dari perspektif yang berbeda. Tabel 1 menunjukkan korelasi antar ukuran sentralitas yang digunakan serta dilengkapi dengan *simple output multiplier* yang didapatkan dari matriks Leontief. *Simple output multiplier* (SOM) untuk sektor *i* menggambarkan besar tambahan output sektor *i* jika diberikan tambahan permintaan akhir sebesar satu satuan unit (Rp 1). Tabel 1

menunjukkan bahwa ukuran sentralitas yang digunakan dalam penelitian ini berkorelasi sangat kecil dengan SOM dari matriks Leontief, bahkan terdapat korelasi negatif. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa ukuran sentralitas network pada penelitian ini dapat digunakan untuk melengkapi, bukan untuk menggantikan, metode berbasis Leontief-invers dalam mengidentifikasi sektor-sektor utama dalam perekonomian nasional Indonesia.

Ukuran sentralitas yang digunakan dalam penelitian ini berkorelasi sangat kecil dengan simple output multiplier dari matriks Leontief, bahkan terdapat korelasi negatif, hal ini menunjukkan Ukuran *random walk centrality* berkorelasi sangat tinggi dengan *PageRank centrality*, hal ini menunjukkan bahwa sektor yang sensitif dalam guncangan perekonomian juga akan merupakan sektor penerima dari sektor-sektor penting di perekonomian.

Tabel 1: Korelasi Ukuran Sentrality Dengan SOM

	WB	RWC	PRC	SOM
WBC	1			
RWC	0.279	1		
PRC	0.2219	0.9045	1	
SOM	0.0357	-0.0112	0.064	1

Tabel 2 menunjukkan 10 sektor sentral berdasarkan RWC teratas pada seluruh provinsi di Indonesia. RWC mengukur sensitivitas sektor terhadap perubahan pasokan sektor lain. Dari hasil RWC dapat disimpulkan bahwa sektor sekunder dan sektor tersier adalah industri yang sangat sensitif. Hal ini berarti perbaikan rantai pasokan, pengurangan biaya dan kebijakan pemerintah terkait akan dengan cepat menjangkau sektor-sektor ini akan tetapi kondisi rantai pasok yang memburuk kemungkinan akan menyebabkan resesi yang lebih cepat pada sektor-sektor ini dibandingkan dengan sektor lain.

Tabel 2: Peringkat 10 Teratas Dalam RWC

Rank	Provinsi	Sektor	RWC
1	Jawa Timur	Industri Pengolahan	0.0195
2	Jawa Barat	Industri Pengolahan	0.0192
3	Jawa Tengah	Industri Pengolahan	0.0128
4	DKI Jakarta	Konstruksi	0.0112
5	DKI Jakarta	Industri Pengolahan	0.0105
6	DKI Jakarta	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	0.0098
7	Jawa Tengah	Konstruksi	0.0095
8	Jawa Barat	Perdagangan Besar dan Eceran	0.0094
9	Jawa Barat	Konstruksi	0.0091
10	Sumatera Utara	Industri Pengolahan	0.0088

Selanjutnya, pada Tabel 3 ditunjukkan 10 sektor sentral berdasarkan *weighted betweenness centrality*. Sektor-sektor yang memiliki *weighted betweenness centrality* yang tinggi dapat dianggap penting dalam hal kemampuan sektor tersebut untuk mempengaruhi sumber daya di antara sektor-sektor lain, dengan memfasilitasi, menengahi, menghambat atau memodifikasi hubungan di antara mereka. Sektor-sektor ini juga dapat dianggap penting untuk stabilitas dan ketahanan seluruh jaringan ekonomi. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3, sektor-sektor tersebut adalah pada industri pengolahan, konstruksi, transportasi dan pergudangan, jasa keuangan dan asuransi, jasa pendidikan, dan pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah dan daur ulang.

Tabel 3: Peringkat 10 Teratas Dalam WBC

Rank	Provinsi	Sektor	WBC
1	Sumatera Utara	Industri Pengolahan	0.0138
2	Jawa Barat	Konstruksi	0.0104
3	Aceh	Transportasi dan Pergudangan	0.0101
4	DI Yogyakarta	Jasa Pendidikan	0.0092
5	Jawa Tengah	Industri Pengolahan	0.0091
6	Maluku	Jasa Keuangan dan Asuransi	0.0090
7	Kalimantan Tengah	Transportasi dan Pergudangan	0.0088
8	Jawa Timur	Jasa Pendidikan	0.0087
9	DKI Jakarta	Konstruksi	0.0080
10	Jawa Timur	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	0.0079

Menurut Cerina et al. (2015), penggunaan *PageRank* akan meningkatkan analisis karena metrik ini menganggap bahwa suatu industri penting jika terhubung dengan sektor penting lainnya. Tabel 4 menunjukkan *PageRank* tertinggi dan terendah untuk *network* IRIO Indonesia. Terlihat bahwa sektor industri pengolahan dan konstruksi menyajikan sektor dengan *PageRank* yang tinggi, yang berarti bahwa sektor-sektor ini pada wilayah tersebut terkait dengan sektor-sektor penting baik di wilayah tersebut maupun di luar wilayah tersebut.

Tabel 4: Peringkat 10 Teratas Dalam PRC

Rank	Provinsi	Sektor	PRC
1	Jawa Barat	Industri Pengolahan	0.0384
2	Jawa Timur	Industri Pengolahan	0.0287
3	Sumatera Utara	Industri Pengolahan	0.0185
4	Jawa Tengah	Industri Pengolahan	0.0172
5	Sumatera Utara	Konstruksi	0.0166
6	Jawa Timur	Konstruksi	0.0148
7	DKI Jakarta	Konstruksi	0.0135
8	DKI Jakarta	Industri Pengolahan	0.0115
9	Riau	Industri Pengolahan	0.0098
10	DKI Jakarta	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	0.0089

Tabel 5, 6, dan 7 menunjukkan provinsi-provinsi dengan struktur ekonomi yang mirip satu sama lain. Tabel 5 menunjukkan 2 provinsi yang paling mirip struktur ekonominya berdasarkan ukuran RWC. Nilai-nilai RWC dari dua provinsi ini memiliki hubungan dengan nilai korelasi sebesar 98%. Menariknya kedua provinsi ini adalah provinsi yang unggul di semua ukuran sentralitas yang digunakan dalam penelitian ini, begitu juga dengan ukuran RWC serta kedua provinsi ini juga merupakan kontributor terbesar ke PDRB Indonesia setelah DKI Jakarta. Keunggulan sektor-sektor dari kedua provinsi ini dalam perekonomian Indonesia bisa dijadikan pertimbangan oleh provinsi-provinsi lain dalam hal membuat keputusan terkait perekonomian di wilayahnya.

Tabel 6 menunjukan dua provinsi dengan kemiripan tertinggi berdasarkan ukuran *weighted PageRank*. Karena ukuran *PageRank* menganggap bahwa suatu industri penting jika terhubung dengan industri penting lainnya, maka kedua provinsi ini memiliki sektor-sektor dalam perekonomian yang mirip dalam hal hubungannya dengan industri penting lainnya, bukan

hanya dalam wilayah provinsi tetapi juga luar wilayah.

Tabel 5: Peringkat 10 Teratas RWC di Jawa Barat dan Jawa Timur

Jawa Barat	Jawa Timur
Industri Pengolahan	Industri Pengolahan
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	Konstruksi
Konstruksi	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor
Transportasi dan Pergudangan	Transportasi dan Pergudangan
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	Real Estate
Real Estate	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib
Jasa Pendidikan	Jasa Perusahaan
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan
Jasa Perusahaan	Jasa Pendidikan

Tabel 6: Peringkat 10 Teratas PRC di Riau dan Sumatera Selatan

Riau	Sumatera Selatan
Industri Pengolahan	Industri Pengolahan
Konstruksi	Konstruksi
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	Pertambangan dan Penggalian
Pertambangan dan Penggalian	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	Transportasi dan Pergudangan
Jasa Pendidikan	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	Pengadaan Listrik dan Gas
Pengadaan Listrik dan Gas	Informasi dan Komunikasi
Transportasi dan Pergudangan	Jasa Lainnya

Tabel 7 menunjukkan dua provinsi dengan kemiripan tertinggi berdasarkan ukuran *weighted betweenness centrality*. Pada hasil kemiripan provinsi yang didapatkan dari ukuran *weighted betweenness centrality*, terdapat hal yang menarik karena dari dua ukuran sebelumnya provinsi-provinsi yang mirip memiliki jarak geografis yang dekat tetapi pada provinsi-provinsi ini jarak geografisnya cukup jauh, yakni berbeda pulau.

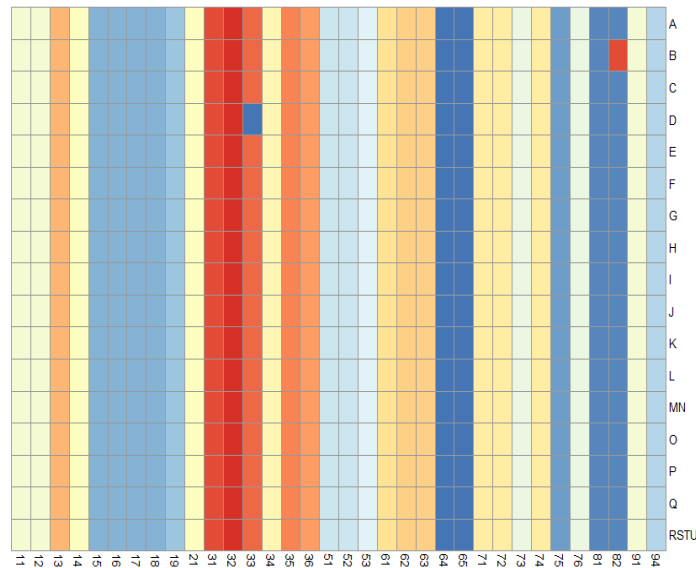
Tabel 7: Peringkat 10 Teratas WBC di Jambi dan Kalimantan Selatan

Jambi	Kalimantan Selatan
Jasa Lainnya	Informasi dan Komunikasi
Informasi dan Komunikasi	Jasa Lainnya
Transportasi dan Pergudangan	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	Transportasi dan Pergudangan
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum
Real Estate	Jasa Keuangan dan Asuransi

Jasa Keuangan dan Asuransi	Pengadaan Listrik dan Gas
Pengadaan Listrik dan Gas	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial
Jasa Perusahaan	Jasa Perusahaan

Hal yang harus diperhatikan selanjutnya adalah provinsi-provinsi yang menduduki peringkat terbawah pada seluruh ukuran sentralitas yang ada pada penelitian ini, yakni Provinsi Papua, Papua Barat, dan Maluku. Sektor-sektor yang unggul pada Provinsi-provinsi ini dengan menggunakan ukuran RWC adalah pertambangan dan penggalian serta transportasi dan pergudangan, sehingga pemerintah bisa lebih berfokus mengembangkan sektor-sektor tersebut demi pertumbuhan ekonomi di provinsi-provinsi tersebut. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah sektor-sektor yang menduduki peringkat bawah. Dengan menggunakan ukuran RWC, sektor yang masih relatif tertinggal adalah sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah dan daur ulang terkhususnya di wilayah timur Indonesia.

Selanjutnya dilakukan deteksi komunitas menggunakan metode *fastgreedy community*, hal ini dikarena dari semua metode yang telah disebutkan di bagian metode, metode *fastgreedy community* menghasilkan modularitas paling tinggi. Hasil deteksi komunitas dari dengan metode maksimalisasi modularitas ini divisualisasikan dalam *heatmap* pada Gambar 5. Pada *heatmap*, sektor dan provinsi dalam komunitas yang sama memiliki warna yang sama. Ciri umum dari hasil deteksi komunitas ini adalah bahwa sebagian besar sektor dari provinsi yang sama berasal dari komunitas yang sama. Hal ini terjadi karena ikatan ekonomi intra-provinsi secara alami lebih erat daripada ikatan ekonomi antar-provinsi karena alasan geografis, historis, dan administratif.



Gambar 5: Komunitas dari *Network IRIO*

Penemuan yang menarik adalah bahwa sektor pertambangan dan penggalian Provinsi Maluku Utara dan sektor pengadaan listrik dan gas Provinsi Jawa Tengah independen dari komunitas berbasis provinsi. Sektor pertambangan dan penggalian Provinsi Maluku membentuk komunitas dengan sektor-sektor Provinsi Jawa Barat. Pada gambar 1 yang menunjukkan *chord diagram* hubungan antar sektor dalam perekonomian Indonesia, setelah sektor pertanian, sektor pertambangan dan penggalian merupakan sektor terbesar kedua yang menyalurkan bahan baku ke sektor industri pengolahan. Oleh karena itu, Jawa Barat sebagai provinsi yang unggul dalam

industri pengolahan akan membutuhkan permintaan bahan baku yang tinggi dari sektor pertambangan dan penggalan, dalam penelitian ini ditunjukkan bahwa provinsi yang menjadi menyuplai bahan baku pertambangan dan penggalan tersebut adalah Provinsi Maluku Utara. Sektor-sektor dari provinsi-provinsi di wilayah geografis yang sama juga cenderung masuk pada komunitas yang sama. Misalnya, Provinsi Aceh dan Sumatera Utara; Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan; Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung.

4. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sektor-sektor penting dalam perekonomian dengan berbagai ukuran analisis *network*. Sektor yang sensitif pada perubahan positif maupun negatif dalam perekonomian adalah didominasi oleh sektor sekunder dan tersier, yakni industri pengolahan, perdagangan besar dan eceran, dan administrasi pemerintahan, pertahanan dan jaminan sosial wajib serta daerah-daerah dengan peringkat tertinggi didominasi oleh provinsi-provinsi di Pulau Jawa dan terendah didominasi oleh provinsi-provinsi di bagian timur Indonesia. Selanjutnya sektor dengan peringkat tertinggi dalam hal memiliki hubungan dengan sektor penting lainnya adalah didominasi oleh sektor industri pengolahan dan konstruksi, serta wilayahnya didominasi oleh provinsi-provinsi di Pulau Jawa. Selanjutnya sektor dengan peringkat tertinggi dalam hal kemampuannya untuk mempengaruhi sumber daya di antara sektor-sektor lain, dengan memfasilitasi, menengahi, menghambat atau memodifikasi adalah sektor industri pengolahan, konstruksi, transportasi dan pergudangan, jasa keuangan dan asuransi. Selanjutnya dalam hal interaksi antar sektor, hasil penelitian ini menunjukkan sektor-sektor yang berada pada provinsi yang sama dan memiliki jarak geografis yang dekat cenderung lebih sering berinteraksi satu sama lain.

Dengan lebih memahami hubungan antar sektor pada setiap provinsi di Indonesia, pemerintah sebagai pembuat kebijakan diharapkan dapat lebih memperhatikan hubungan antar sektor ini dalam membuat kebijakan agar kebijakan yang dibuat lebih baik dan tepat sasaran. Seperti jika terjadi krisis ekonomi sektor industri manufaktur di provinsi-provinsi di Pulau Jawa akan paling cepat terdampak, padahal sektor ini menjadi sektor yang sangat penting karena merupakan sektor pemasok dan penerima hampir dari seluruh sektor yang ada. Sehingga dalam membuat keputusan pemerintah harus mempertimbangkan dampak keputusan tersebut ke sektor manufaktur ini.

Keterbatasan dari penelitian ini adalah terkait dengan periode waktu yang digunakan untuk analisis, yakni tahun 2016. Hal ini disebabkan karena data tabel IRIO pada tahun 2016 adalah yang terakhir tersedia. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data yang lebih mutakhir. Pada penelitian selanjutnya disarankan juga untuk menggunakan tabel IRIO yang spesifik dari segi sektor, yakni dengan menggunakan tabel IRIO 52 sektor sehingga didapatkan hasil dan saran yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelidis, G., Ioannidis, E., Makris, G., Antoniou, I., & Varsakelis, N. (2020). Competitive conditions in global value chain networks: An assessment using entropy and network analysis. *Entropy*, 22(10). <https://doi.org/10.3390/E22101068>
- Armelly, A., Rusdi, M., & Pasaribu, E. (2021). Analisis sektor unggulan perekonomian Indonesia: Model input-output. *Sorot*, 16(2), 119. <https://doi.org/10.31258/sorot.16.2.119-134>

- Blöchl, F., Theis, F. J., Vega-Redondo, F., & Fisher, E. O. N. (2011). Vertex centralities in input-output networks reveal the structure of modern economies. *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 83(4), 1–8. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.83.046127>
- Cahyono, B., & Sumargo, B. (2005). Mengartikulasikan Tabel Input-Output dan Kerangka Analisisnya. *The Winners*, 6(1), 33. <https://doi.org/10.21512/tw.v6i1.485>
- Can, U., & Alatas, B. (2019). A new direction in social network analysis: Online social network analysis problems and applications. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 535, 122372. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122372>
- Cerina, F., Zhu, Z., Chessa, A., & Riccaboni, M. (2015). World input-output network. *PLoS ONE*, 10(7), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134025>
- Cingolani, I., Panzarasa, P., & Tajoli, L. (2017). Countries' positions in the international global value networks: Centrality and economic performance. *Applied Network Science*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s41109-017-0041-4>
- Clauset, A., Newman, M. E. J., & Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical Review E - Statistical Physics, Plasmas, Fluids, and Related Interdisciplinary Topics*, 70(6), 6. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.70.066111>
- Cuello, F. A., Mansouri, F., & Hewings, G. J. D. (1992). The Identification of Structure at the Sectoral level: A Reformulation of the Hirschman-Rasmussen Key Sector Indices. *Economic Systems Research*, 4(4), 285–296. <https://doi.org/10.1080/09535319200000027>
- de Santana Ribeiro, L. C., Pereira, E. J. de A. L., Perobelli, F. S., & Pereira, H. B. de B. (2022). Sectoral Interdependence, Network Analysis, and Regional Resilience in Brazil. *Latin American Business Review*, 0(0), 1–29. <https://doi.org/10.1080/10978526.2022.2074441>
- Del Río-Chanona, R. M., Grujić, J., & Jensen, H. J. (2017). Trends of the world input and output network of global trade. *PLoS ONE*, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170817>
- DePaolis, F., Murphy, P., & Kaluza, M. C. D. (2020). *Identifying Key Sectors in the Regional Economy: A Network Analysis Approach Using Input-Output Data*. August. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1666449/v1>
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks. *Social Networks*, 1(3), 215–239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Jin, Y., Xu, Y., Li, R., Zhao, C., & Yuan, Z. (2022). Comprehensive Evaluation of China's Input-Output Sector Status Based on the Entropy Weight-Social Network Analysis Method. *Sustainability*, 14(21), 14588. <https://doi.org/10.3390/su142114588>
- Mankiw, N. G. (2019). *Macroeconomics*. Worth Publishers.
- Martin, R., & Gardiner, B. (2019). The resilience of cities to economic shocks: A tale of four recessions (and the challenge of Brexit). *Papers in Regional Science*, 98(4), 1801–1832. <https://doi.org/10.1111/pirs.12430>
- Newman, M. E. J. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, 45(2), 167–256. <https://doi.org/10.1137/S003614450342480>
- Niemira, M., Collin, F., Szalkowska, A., Bielska, A., Chwiałkowska, K., Reszec, J., Niklinski, J., Kwasniewski, M., & Kretowski, A. (2020). Molecular signature of subtypes of non-small-cell

- lung cancer by large-scale transcriptional profiling: Identification of key modules and genes by weighted gene co-expression network analysis (WGCNA). *Cancers*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/cancers12010037>
- Oinas, P., Trippel, M., & Höyssä, M. (2018). Regional industrial transformations in the interconnected global economy. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 11(2), 227–240. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsy015>
- Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32(3), 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.03.006>
- Pons, P., & Latapy, M. (2006). Computing communities in large networks using random walks. *Journal of Graph Algorithms and Applications*, 10(2), 191–218. <https://doi.org/10.7155/jgaa.00124>
- Rosvall, M., & Bergstrom, C. T. (2008). Maps of random walks on complex networks reveal community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(4), 1118–1123. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706851105>
- Sun, X., An, H., & Liu, X. (2018). Network analysis of Chinese provincial economies. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 492, 1168–1180. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.11.045>
- Syofya, H., & Rahayu, S. (2018). Peran Sektor Pertanian terhadap Perekonomian Indonesia (Analisis Input-Output). *Manajemen Dan Kewirausahaan*, 9(3), 91. <https://doi.org/10.31317/jmk.9.3.91-103.2018>
- Wang, T., Xiao, S., Yan, J., & Zhang, P. (2021). Regional and sectoral structures of the Chinese economy: A network perspective from multi-regional input-output tables. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 581, 126196. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126196>
- Widyawati, R. F. (2017). Analisis Keterkaitan Sektor Pertanian Dan Pengaruhnya Terhadap Perekonomian Indonesia (Analisis Input Output). *Jurnal Economia*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.21831/economia.v13i1.11923>
- Xing, L., Dong, X., & Guan, J. (2017). Global industrial impact coefficient based on random walk process and inter-country input-output table. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 471, 576–591. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.12.070>
- Zhang, P., Wang, T., & Yan, J. (2021). *PageRank centrality and algorithms for weighted, directed networks with applications to World Input-Output Tables*. <http://arxiv.org/abs/2104.02764>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Provinsi

Kode Provinsi	Provinsi
11	Aceh
12	Sumatera Utara
13	Sumatera Barat
14	Riau
15	Jambi

16	Sumatera Selatan
17	Bengkulu
18	Lampung
19	Kep. Bangka Belitung
21	Kep.Riau
31	DKI Jakarta
32	Jawa Barat
33	Jawa Tengah
34	DI Yogyakarta
35	Jawa Timur
36	Banten
51	Bali
52	Nusa Tenggara Barat
53	Nusa Tenggara Timur
61	Kalimantan Barat
62	Kalimantan Tengah
63	Kalimantan Selatan
64	Kalimantan Timur
65	Kalimantan Utara
71	Sulawesi Utara
72	Sulawesi Tengah
73	Sulawesi Selatan
74	Sulawesi Tenggara
75	Gorontalo
76	Sulawesi Barat
81	Maluku
82	Maluku Utara
91	Papua Barat
94	Papua

Lampiran 2. Kode Sektor

Kode Sektor	Sektor
A	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan
B	Pertambangan dan Penggalian
C	Industri Pengolahan
D	Pengadaan Listrik dan Gas
E	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang
F	Konstruksi
G	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor
H	Transportasi dan Pergudangan
I	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum
J	Informasi dan Komunikasi
K	Jasa Keuangan dan Asuransi
L	Real Estate
MN	Jasa Perusahaan

O	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib
P	Jasa Pendidikan
Q	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial
RSTU	Jasa Lainnya