

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Penelitian terdahulu mengenai *container throughput volume* telah cukup banyak dilakukan. Namun, keragaman di seluruh studi literatur sangat besar, sehingga tidak ada variabel mutlak yang dapat digunakan. Dari perspektif metodologi, beberapa penelitian bersifat kuantitatif, beberapa bersifat kualitatif dan beberapa merupakan kombinasi keduanya. Dari bentuk tingkat analisis, ada pula penelitian yang bertujuan untuk meramalkan total lalu lintas pelabuhan, serts kategori kargo tertentu. Dari perspektif aplikasi, beberapa studi peramalan dilakukan pada tingkat pelabuhan, sementara yang lain dilakukan di tingkat regional atau berbagai pelabuhan. Dari sudut pandang obyektif dan peramalan, beberapa penelitian bersifat jangka pendek menggunakan data bulanan atau kuartalan, yang lain ditujukan untuk perkiraan jangka panjang untuk keputusan investasi. Selain itu, ada pula tinjauan literatur yang berfokus pada studi empiris untuk meramalkan lalu lintas pelabuhan dengan memodelkan hubungan antara aktivitas ekonomi dan pengangkutan muatan melalui laut (Mohamed, 2016).

Penelitian mengenai prediksi jumlah kargo pada suatu pelabuhan penting bagi banyak *stakeholders*. Sebagai contoh, otoritas pelabuhan memerlukan penelitian mengenai jumlah kargo untuk memutuskan tentang proyek investasi infrastruktur, operator terminal menggunakan informasi untuk menentukan pelabuhan dengan potensi pertumbuhan tinggi untuk peluang investasi, organisasi internasional seperti Bank Dunia menggunakan informasi dari penelitian sejenis untuk mengalokasikan dana untuk negara berkembang. Penelitian dapat dilakukan langsung oleh otoritas pelabuhan, organisasi regional atau nasional, perusahaan konsultasi atau akademisi (Mohamed, 2016).

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengukur *port throughput*, salah satu penelitian terdahulu di tingkat pelabuhan adalah penelitian Sun & Bunamo (1973) dimana penelitian ini dilakukan dengan metode regresi linier menggunakan tiga faktor eksogen: efek komoditas, efek mitra dagang dan faktor *hinterland* untuk meramalkan pangsa pelabuhan New York dalam total volume impor dan ekspor A.S. Sejak tahun 1976, Pelabuhan Kota Rotterdam telah memperkenalkan tujuh model arus barang (*good flows model* atau GSM) untuk meramalkan lalu lintas peti kemas dalam jangka panjang. Pada GSM4 kelompok komoditas yang termasuk dalam model dan metodologi diubah dari satu model ke model lainnya. Pada GSM2 dilakukan klasifikasi barang umum mulai dari 2 kategori komoditas. Pada GSM4 terdapat 9 kelompok komoditas. GSM7 memiliki 26 kategori komoditas, sedangkan pada GSM5 dilakukan penggabungan analisis kualitatif dan kuantitatif seperti faktor transit, impor, ekspor, dan moda transportasi.

Hui et al., (2004) memperkirakan *cargo throughput* pelabuhan di Hong Kong dengan pendekatan *cointegrated error correction model*. Sementara, Lam et al., (2004) mengembangkan model *Neural Network* (NN) berdasarkan data historis dari 1983 hingga 2000. Tujuan model jaringan syaraf yang dibuat adalah untuk memperkirakan 37 jenis pergerakan barang, dimana masing-masing pergerakan dijelaskan oleh satu atau dua faktor penjelas. Faktor penjelas yang digunakan meliputi nilai perdagangan impor, ekspor, atau *re-ekspor* berdasarkan harga pada tahun 1990, populasi, permintaan listrik, dan PDB Hong Kong.

Millan et al., (2005) menggunakan data kuartalan *time series* dari tahun 1975 hingga 1998 untuk meramalkan *general cargo*. Ruang lingkup pada penelitian Millan et al., (2005) di perluas untuk memasukkan kontainer, *dry bulk* dan *liquid bulk*, dimana tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengidentifikasi dan memperkirakan variabel yang menentukan impor dan ekspor maritim. Syafi'i et al., (2005) menggunakan pendekatan Johansen untuk menemukan eksistensi dan jumlah hubungan *co-integrasi*. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan *Impulse Response Function* (IRF) untuk mengetahui respon dari variabel-variabel yang digunakan, dimana variabel-variabel tersebut adalah : PDB, populasi, serta nilai impor dan ekspor di Indonesia (dalam US \$). Model prediksi pada penelitian ini sendiri dihasilkan dari *Vector Error Correction Model*

(VECM). Hasil prediksi *container throughput* berdasarkan penelitian ini adalah sejumlah 18.712.042 TEUs pada tahun 2015.

Dorsser et al., (2012) melakukan peramalan total *port throughput* dengan mengkombinasikan *System Dynamic Modelling, Judgement*, dan *Causal Relation*. Model peramalan pada penelitian ini di landasi oleh satu variabel yaitu PDB, pada penelitian ini diketahui bahwa volume *throughput* cenderung meningkat namun kecepatannya berkurang. Interval kepercayaan menunjukkan peningkatan 200% dan kemungkinan terjadinya penurunan sebesar 30% menuju tahun 2080.

Langen et al., (2012) proyeksi jangka panjang dari *throughput* kargo sangat diperlukan untuk rencana pengembangan pelabuhan. Meskipun proyeksi aliran komoditas berguna untuk pemerintah, otoritas pelabuhan, terminal perusahaan operasi dan pengguna pelabuhan, penelitian ilmiah tentang proyeksi aliran komoditas untuk pelabuhan terbatas. Penelitian yang ada umumnya menggunakan model ekonometrik yang mengasumsikan hubungan yang stabil antara pertumbuhan *throughput port* dan variabel-variabel seperti pertumbuhan PDB dan pertumbuhan perdagangan. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode yang dikembangkan sebagai bagian dari *port vision 2030*, dimana kombinasi model prediksi dengan pendapat ahli dan faktor-faktor spesifik komoditas utama dilakukan dan diterapkan pada tingkat komoditas untuk prediksi jangka panjang. Hasil penelitian ini menyebutkan bahwa total *throughput* pada penelitian ini meningkat meskipun tidak secepat peningkatan pada dua dekade sebelumnya.

Vanoutrive (2010) menggunakan model regresi sederhana dan melakukan penjelasan analisis spasial untuk mengeksplorasi hubungan antara *port throughput* dan PDB pada *port* Antwerpen. Peneliti mengkalkulasi korelasi antara PDB dan *throughput* dari berbagai jenis komoditas dan mengetahui bahwa jeda waktu antara pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan transportasi berbeda di tiap negara dan tiap kategori komoditas.

Wei & Yang (1999) menerapkan jaringan saraf tiruan (JST) untuk mempelajari transit *container* di Pelabuhan Kaohsiung. Lam et al., (2004) mengadopsi jaringan saraf (NN) metode untuk meramalkan *cargo throughput* di Pelabuhan Hong Kong, sementara Zhang & Kline (2007) menggunakan pendekatan NN untuk meramalkan seri waktu triwulanan.

Gosasang et al., (2011) menggunakan *Linear Regression* dan *Neural Network* untuk meramalkan *container throughput* di *port* Bangkok, variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Indikator Perekonomian Thailand (PDB, populasi, inflasi, dan kurs), serta faktor-faktor yang mempengaruhi ekspor dan impor, kemudian hasil prediksi diukur dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait dengan permasalahan ini telah diuraikan sebelumnya. Penelitian-penelitian tersebut terkait dengan prediksi *container throughput* dan variabel-variabel yang digunakan, oleh karena itu *state-of-the-art* pada penelitian ini adalah peramalan *container throughput volume* dengan menggunakan Indikator Perekonomian Inonesia, dimana indikator perekonomian yang sesuai akan digunakan sebagai variabel dalam pembuatan model prediksi dengan menggunakan ANN. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pihak TPKS dalam pembuatan perencanaan pembangunan infrastruktur maupun membuat kebijakan yang dapat meningkatkan kinerja dari TPKS.

2.2 Kajian Deduktif

Pada bagian ini membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2.1 Kepelabuhan

Sorgenfrei (2013) mengatakan bahwa pelabuhan adalah area dengan fasilitas untuk tambatan kapal, bongkar-muat muatan (kargo) atau untuk turun-naik nya penumpang. Mayer (1988) mendefinisikan pelabuhan sebagai tempat-tempat di mana ada pertukaran

lalu lintas kargo dan penumpang di antara kapal-kapal, dan antara kapal-kapal dan angkutan darat atau lokasi di sepanjang pantai. Pelabuhan menjadi simpul penting untuk membangun teritorial maritim yang kuat. Pelabuhan berperan sebagai katalis untuk merangsang pertumbuhan sektor ekonomi, seperti industri, perdagangan, dan pariwisata (Oblak et al., 2013). Guna menunjang perdagangan dan lalulintas muatan, pelabuhan diciptakan sebagai titik simpul perpindahan muatan barang dimana kapal dapat berlabuh, bersandar, melakukan bongkar muat barang dan penerusan ke daerah lainnya (Kramadibrata, 2002). Pelabuhan juga bisa digunakan sebagai sarana untuk mendorong peningkatan pendapatan negara dan menjadi titik temu antarmoda transportasi serta gerbang penghubung interaksi sosial-ekonomi antarpulau atau negara (Ducruet & Horst, 2009).

Pelabuhan memiliki dampak besar pada perekonomian negara. Pelabuhan memiliki banyak dampak positif, namun juga memiliki beberapa dampak negatif. Salah satu dampak positif dari pelabuhan adalah kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi, dimana pelabuhan berkontribusi dalam peningkatan PDB suatu negara (Kotcharat, 2016). Di Singapura, lahan tempat terletaknya pelabuhan *transshipment* tersibuk di dunia, pada 2015, 7 persen dari PDB merupakan kontribusi dari *Port of Singapore Authority* (Fabbri, 2015). Dalam hal pekerjaan, pelabuhan menciptakan pekerjaan tidak langsung dan langsung, dan salah satu poin utama adalah peningkatan permintaan pekerjaan yang berasal dari kegiatan dan industri terkait. Selain itu, beberapa inovasi, penelitian, dan pengembangan dimulai dari pelabuhan. Meskipun demikian, berbagai efek negatif masih ada. Terutama konsekuensi negatif adalah efek lingkungan dan kemacetan lalu lintas (Merk, 2013).

2.2.2 Peti Kemas (*Container*)

Pengertian Peti kemas (*container*) menurut pasal 1 ayat (4) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 14 Tahun 2007 Tentang Kendaraan Pengangkut Peti kemas di Jalan menyatakan Peti kemas adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *Internasional Standard Organization (ISO)* sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang. Pengertian dari peti kemas mengalami perubahan pada setiap

jamannya. Mulai dari sejak digunakannya petikemas pertaman kali hingga pada saat ini (Idrus, 2016). Perubahan pengertian ini dikarenakan perkembangan dari petikemas itu sendiri yang berubah sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada, berikut ini pengertian petikemas berdasarkan pendapat para ahli atau pakar ilmu pelayaran maupun transportasi laut :

Menurut Amir, M.S (1997) Petikemas adalah alat untuk mengangkut barang yang :

1. Seluruh atau sebagian tertutup sehingga berbentuk peti atau kerat dan di maksud untuk diisi barang yang akan diangkut.
2. Berbentuk permanen dan kokoh sehingga dapat dipergunakan berulang kali untuk pengangkutan barang.
3. Dibuat sedemikian rupa sehingga mudah diisi dan dikosongkan.

Menurut Kramadibrata (2002) Petikemas adalah suatu kotak besar terbuat dari bahan campuran baja dan tembaga (anti karat) dengan pintu yang dapat di putar kuncinya.

2.2.3 Container Throughput

Fokus dalam penelitian ini adalah pada *throughput* kontainer di tingkat pelabuhan yang diukur dalam satuan ekuivalen dua puluh kaki per unit atau *Twenty Foot Equivalent* (TEU), yang mewakili sisi permintaan untuk pelabuhan. Levinson (2006) menekankan peran vital transportasi kontainer dalam mempercepat globalisasi ekonomi dan perdagangan internasional; itu membuat dunia lebih kecil dan ekonomi dunia lebih besar. Pertumbuhan pasar pada kargo peti kemas menyumbang lebih dari 50% nilai dan sekitar 17% volume perdagangan maritim internasional (UNCTAD, 2015). Bernhofen et al., (2013) menyimpulkan bahwa peti kemas memiliki dampak yang lebih kuat dalam mendorong globalisasi daripada liberalisasi perdagangan, yang disediakan oleh studi empiris untuk 157 negara selama periode 1962-1990.

Definisi *throughput* diadopsi dari pekerjaan seminal Jansson dan Shneerson (1982), dan didefinisikan dalam hal output sebagai volume ton yang melewati pelabuhan (*port*) per unit waktu. Istilah ini diadopsi dalam konteks penelitian sebagai jumlah TEUs yang

ditangani di pelabuhan per unit waktu dan gerakan. TEU merupakan satuan terkecil dalam ukuran peti kemas. Peti kemas ukuran 20 *feet* bisa di sebut 1 *box*, 1 TEUs, sedangkan peti kemas ukuran 40 *feet* bisa di sebut 1 *box*, 2 TEUs. *U.S. Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics* mendefinisikan bahwa *container throughput* adalah ukuran jumlah kontainer yang ditangani selama jangka waktu tertentu, dan merupakan ukuran standar untuk produktivitas pelabuhan laut. *Container throughput* diukur dengan satuan TEUs.

Dari perspektif praktis, meramalkan *throughput* peti kemas dalam satuan TEUs memiliki banyak keuntungan dan manfaat bagi operator terminal, operator dan otoritas pelabuhan; karena keputusan operasional dan layanan yang disediakan bergantung pada jumlah gerakan bongkar-muat per unit (Mohamed 2016).

2.2.4 Variabel Untuk Memprediksi *Container Throughput*

Berdasarkan penelitian terdahulu, banyak peneliti yang menggunakan indikator perekonomian sebagai variabel dalam pembuatan model prediksi *container throughput*. Oleh karena itu, pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan Indikator Perekonomian Indonesia yang sesuai untuk membuat model prediksi *container throughput* pada TPKS.

Menurut Kajian Ekonomi Regional Provinsi Jawa Tengah oleh Bank Indonesia, perekonomian Provinsi Jawa Tengah tumbuh membaik pada triwulan IV 2015, didorong oleh peningkatan pesat kinerja investasi dan konsumsi rumah tangga. Sementara dari sisi lapangan usaha peningkatan pertumbuhan terutama berasal dari lapangan usaha pertanian, kehutanan, dan perikanan, serta lapangan usaha perdagangan besar dan eceran, reparasi mobil dan sepeda motor. Perbaikan ekonomi juga didukung oleh terjaganya stabilitas harga, yang dicerminkan dengan turunnya tingkat inflasi pada periode tersebut.

Pemilihan variabel untuk memprediksi *container throughput* dilakukan dengan studi literatur. Menurut survey dari *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) pada tahun 2015 terdapat beberapa indikator ekonomi terpilih yang merepresentasikan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. OECD merupakan sebuah

organisasi internasional dengan tiga puluh negara yang menerima prinsip demokrasi perwakilan dan ekonomi pasar bebas. Database OECD menjangkau wilayah yang beragam seperti akun nasional, indikator ekonomi, perdagangan, pekerjaan, migrasi, pendidikan, energi, kesehatan dan lingkungan hidup. Banyak penelitian dan analisisnya yang telah diterbitkan. Berikut pada gambar 2.1 merupakan beberapa indikator terpilih untuk Indonesia menurut OECD (2015) :

Tabel 1. Indikator terpilih untuk Indonesia

	1995	2000	2005	2011	2012	2013	2014 ¹
Penduduk							
Total, juta	205.9	208.9	224.5	243.8	246.9	249.9	252.8
Distribusi usia							
0-14	33.6	30.7	30.0	29.6	29.3	28.9	28.5
15-65	62.2	64.7	65.1	65.3	65.6	65.9	66.2
65+	4.2	4.7	4.9	5.1	5.1	5.2	5.3
Tingkat kemiskinan mutlak (persen) ²		19.1	16.0	12.4	11.7	11.5	11.0
Koefisien Gini		0.30	0.36	0.41	0.41	0.41	
Angka partisipasi murni (<i>net enrolment ratio</i>) (pendidikan menengah, persen)							
				67.5	70.7		
Pekerjaan dan inflasi							
Pekerjaan (juta)	80.1	89.8	95.4	107.4	112.5	112.8	114.6
Pekerjaan informal, persentase dari pekerjaan			70.5	63.9	61.4	60.1	59.6
Tingkat pengangguran (persen)	7.2	6.1	10.5	7.5	6.1	6.2	5.9
Inflasi (IHK, akhir tahun, persen)	9.0	9.3	17.1	3.8	4.3	7.7	8.4
Penawaran dan permintaan							
PDB (dalam triliun rupiah para saat ini)	546.4	1520.7	3035.6	7831.7	8615.7	9524.7	10542.7
PDB (dalam miliar USD pada saat ini)	243.6	182.4	313.2	894.3	921.4	916.8	888.8
Tingkat pertumbuhan PDB (riil, dalam persen)	8.2	4.9	5.7	6.2	6.0	5.6	5.0
Tingkat pertumbuhan PDB (riil, dalam per kapita, persen)	6.1	5.1	4.2	4.8	4.7	4.3	3.8
Permintaan (pertumbuhan dalam persen)							
Konsumsi rumah tangga	12.6	1.6	4.0	5.1	5.5	5.4	5.3
Konsumsi publik	1.3	6.5	6.6	5.5	4.5	6.9	2.0
Investasi tetap bruto (<i>gross fixed investment</i>)	10.3	10.8	9.5	7.9	12.2	3.9	6.3
Ekspor	14.0	16.7	10.9	8.9	9.1	5.3	4.1
Impor	7.7	26.5	16.6	14.8	1.6	4.2	1.0
Penawaran (dalam persentase dari PDB nominal)							
Pertanian		14.3	13.1	14.7	14.5	14.4	14.3
Pertambangan		11.0	11.1	11.8	11.8	11.3	10.5
Manufaktur		25.4	27.4	24.3	24.0	23.7	23.7
Jasa ³		49.4	48.3	49.1	49.7	50.6	51.5
Pembiayaan publik (pemerintah pusat, dalam persen dari PDB)							
Pendapatan	13.1	13.5	16.3	15.5	15.5	15.1	15.5
Belanja	12.0	14.6	16.8	16.5	17.3	17.3	17.8
Neraca nominal (<i>nominal balance</i>) (pemerintah pusat)							
	1.1	-1.1	-0.5	-1.1	-1.8	-2.2	-2.3
Utang bruto (pemerintah secara umum)		81.1	43.3	23.1	23.0	24.9	24.4
Neraca pembayaran (dalam persen dari PDB)							
Neraca perdagangan (Barang)	2.7	13.7	5.6	3.8	0.9	0.6	0.8
Neraca transaksi berjalan	-2.6	4.9	0.1	0.2	-2.8	-3.2	-3.0
Dalam miliar USD	-6.4	8.0	0.3	1.7	-24.4	-29.1	-26.2
Cadangan internasional (bruto, miliar USD)			34.7	110.1	112.8	99.4	111.9
Utang luar negeri yang belum dilunasi		77.7	41.7	25.2	27.4	29.0	32.9

1. Perkiraan.

2. Persentase penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan nasional, di mana garis kemiskinan nasional adalah nilai belanja per kapita per bulan yang diperlukan agar seseorang dapat menikmati kondisi hidup yang layak.

3. Termasuk listrik, gas, air dan konstruksi.

Sumber: Badan Pusat Statistik, laporan keuangan Pemerintah (yang telah diaudit), Bank Dunia, dan perhitungan dari OECD.

Gambar 2. 1 Tabel Indikator Ekonomi Terpilih Indonesia

Sumber : Survey OECD, 2015

Pada Gambar 2.1 diatas dapat diketahui bahwa indikator ekonomi terpilih untuk Indonesia adalah penduduk, pekerjaan dan inflasi, penawaran dan permintaan yang direpresentasikan dalam PDB, pembiayaan pemerintah pusat dan neraca pembayaran yang juga direpresentasikan dalam persen PDB.

Selain itu ada pula beberapa indikator ekonomi menurut Bank Dunia, berikut gambar 2.2 merupakan indikator ekonomi menurut Bank Dunia :

	Tahunan			YoY pada Kuartal 4			Revisi pada Tahunan	
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2014	2015
1. Indikator ekonomi utama								
Ekspor barang dan jasa	5,3	0,3	6,5	7,4	0,2	6,7	-5,0	-0,5
Impor barang dan jasa	1,2	0,2	5,3	-0,6	1,4	4,9	-3,2	-0,1
Produk Domestik Bruto	5,8	5,2	5,6	5,7	5,1	5,7	-0,1	0,0
2. Indikator eksternal								
Neraca pembayaran (AS\$ miliar)	-7,3	-2,0	0,9	-	-	-	0,9	-0,8
Saldo neraca berjalan (AS\$ miliar)	-29,1	-25,6	-23,6	-	-	-	-1,3	-3,4
<i>Sebagai bagian dari PDB (persen)</i>	-3,3	-2,9	-2,4	-	-	-	0,0	-0,3
Neraca perdagangan (AS\$ miliar)	-6,1	-3,1	-4,3	-	-	-	-0,2	-6,9
Saldo neraca modal & keuangan (AS\$ miliar)	22,4	25,3	24,5	-	-	-	3,8	2,6
3. Indikator fiskal								
Pendapatan pem. pusat (% dari PDB)	15,7	15,4	-	-	-	-	-0,1	-
Belanja pem. pusat (% dari PDB)	18,0	18,2	-	-	-	-	0,1	-
Neraca fiskal (% dari PDB)	-2,2	-2,8	-	-	-	-	-0,2	-
Neraca primer (% dari PDB)	-1,1	-1,4	-	-	-	-	0,0	-
4. Pengukuran ekonomi lainnya								
Indeks harga konsumen	6,9	5,8	4,9	8,1	4,6	5,1	-0,4	-0,3
Deflator PDB	4,4	5,7	5,3	7,1	4,8	5,3	-0,9	0,0
PDB nominal	10,4	11,2	11,2	13,2	10,1	11,3	-1,0	0,0
5. Asumsi ekonomi								
Kurs tukar (Rp/AS\$)	10563	11800	11800	-	-	-	-200	-200
Harga minyak mentah Indonesia (AS\$/barel)	106	106	103	-	-	-	1	1
Pertumbuhan mitra dagang utama	3,5	4,0	3,9	-	-	-	0,0	-0,2

Catatan: Angka ekspor dan impor merujuk kepada volume dari neraca nasional. Kurs tukar adalah asumsi dari rata-rata terakhir. Revisi adalah relatif dibanding proyeksi pada IEQ edisi bulan Maret 2014.
Sumber: Kemenkeu; BPS; BI; CEIC; proyeksi Bank Dunia

Gambar 2. 2 Tabel Indikator Ekonomi

Sumber : Bank Dunia, 2015

Terdapat tiga indikator ekonomi utama menurut Bank Dunia yaitu ekspor, impor dan PDB. Selain itu juga terdapat beberapa indikator lainnya. Setelah mempertimbangkan indikator ekonomi utama menurut OECD dan Bank Dunia maka pada penelitian ini dipilih tiga variabel yang akan menjadi variabel independen yaitu PDB, populasi, dan inflasi. Sedangkan yang akan menjadi variabel dependennya adalah *container throughput volume* yang merupakan representasi dari volume ekspor dan impor pada TPKS.

A.1 Produk Domestik Bruto (PDB)

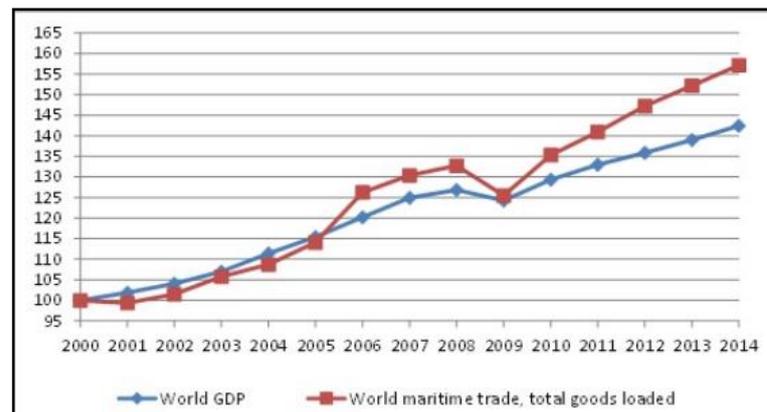
Menurut Departemen Statistik Bank Indonesia, Produk Domestik Bruto (PDB) merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui perkembangan perekonomian di suatu negara dalam suatu periode tertentu, baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. PDB pada dasarnya merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha di suatu negara tertentu dalam periode tertentu. Jumlah nilai barang dan jasa akhir yang disediakan dari produksi harus sama dengan nilai barang yang digunakan.

Definisi dari Produk Domestik Bruto itu sendiri menurut McEachern (2000) adalah mengukur nilai pasar dari barang dan jasa akhir yang diproduksi oleh sumber daya yang berada dalam suatu negara selama jangka waktu tertentu, biasanya satu tahun. Jika jumlah pembelanjaan meningkat dari tahun ke tahun, salah satu dari dua kemungkinan berikut bernilai benar, yaitu (1) perekonomian memproduksi barang dan jasa dalam jumlah lebih banyak atau (2) barang dan jasa dijual dengan harga lebih tinggi. Perubahan PDB yang terjadi mencerminkan perubahan kuantitas output produksi secara riil. Hal inilah yang dalam keseharian disebut dengan pertumbuhan ekonomi. Jadi, pengertian pertumbuhan ekonomi tidak lain mengacu kepada peningkatan nilai total barang dan jasa yang diproduksi suatu negara dalam sebuah perekonomian.

Peningkatan dalam penggunaan transportasi dapat didasarkan pada banyak data yang berbeda, seperti produk domestik bruto (PDB) atau analisis pasar saham (Gosasang et al., 2011). PDB biasanya digunakan sebagai salah satu representasi dari peningkatan transportasi karena ada hubungan yang mudah ditunjukkan antara PDB dan *throughput* pelabuhan (Dorsser et al., 2011).

Perdagangan internasional merupakan faktor pendukung utama dalam perdagangan maritim. Pertumbuhan volume barang dagangan dunia dan perdagangan maritim tumbuh bersamaan dengan pertumbuhan PDB (Mohamed, 2016). Pada penelitian terdahulu, banyak peneliti yang menjadikan PDB sebagai variabel independen atau variabel bebas dalam memprediksi *container throughput* volume (Yang et al., 2017). Ulasan UNCTAD

pada Transportasi Maritim 2013 menyimpulkan : untuk waktu yang lama, arus perdagangan dalam peti kemas dapat diprediksi dengan melihat kinerja PDB dunia dengan efek multiplier dari pertumbuhan volume peti kemas yang berkisar antara tiga hingga empat kali pertumbuhan PDB. Gambar 2.1 menunjukkan evolusi PDB dunia dan perdagangan maritim.



Gambar 2.3 PDB Dunia dan Perdagangan Maritim

Sumber : UNCTAD 2014 pada Mohamed (2016)

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa pertumbuhan volume barang perdagangan maritim lebih tinggi daripada pertumbuhan PDB. UNCTAD (2014). Pada tahun 2013, ekspor barang dagangan dunia tumbuh 2,5% sementara PDB tumbuh sebesar 2,0% (Organisasi Perdagangan Dunia, 2014). Akibatnya, penggerak utama kegiatan pelabuhan adalah perdagangan maritim yang didorong oleh evolusi dalam aktivitas ekonomi dan perdagangan internasional (Meersman, 2009).

Maritime Transport (2015) oleh UNCTAD menyatakan bahwa dari tahun 2001 hingga 2015 peningkatan perdagangan kontainer tumbuh dengan sangat pesat dibandingkan dengan jenis transportasi maritim lainnya. Hal ini juga di akibatkan oleh peningkatan persentase Produk Domestik Bruto (PDB). Pada tahun 2012, 49.6 persentase produk domestik bruto (PDB) dari Indonesia diperoleh dari perdagangan (Bank Dunia, 2018).

Pada penelitian ini PDB akan digunakan sebagai salah satu variabel dalam pembuatan model prediksi, namun PDB yang digunakan adalah PDB Jawa Tengah,

karena objek pada penelitian ini adalah TPKS yang terletak di Jawa Tengah, sehingga menyebabkan ruang lingkup pada penelitian ini bersifat regional saja, bukan secara nasional.

A.2 Populasi

Populasi merupakan salah satu indikator perekonomian Indonesia. Banyak penelitian terdahulu yang menggunakan populasi sebagai salah satu variabel dalam memprediksi *container throughput volume*. Jansen (2014) pada penelitiannya mengatakan : ketika membandingkan arus perdagangan negara-negara berkembang dengan negara-negara maju, perlu dicatat bahwa pada tahun-tahun sebelumnya arus untuk negara-negara berkembang menunjukkan angka pertumbuhan yang jauh lebih positif. Untuk volume *head-haul* Asia-Eropa turun 2,6% pada tahun 2012, karena penurunan volume impor Eropa. Ini bisa menjadi efek mendekati sumber daya, tetapi juga rendahnya daya beli di Eropa. Di sisi lain, perdagangan Utara-Selatan meningkat 3,9%. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi di Selatan dan pergeseran pengaruh ekonomi dari pusat-pusat pertumbuhan ekonomi tradisional. Juga, di negara-negara maju penduduknya menua sementara penduduk di negara berkembang tumbuh cepat, mempengaruhi pola konsumsi global (UNCTAD, 2013). Diharapkan bahwa pasar Selatan akan terus mendorong pertumbuhan perdagangan peti kemas di masa depan (Clarkson Research Services, 2013). Sejalan dengan ini, volume *throughput* di pelabuhan-pelabuhan yang terletak di negara-negara berkembang menghadapi lebih sedikit dampak negatif dari krisis pada tahun 2008/2009 daripada pelabuhan di negara-negara maju. Penduduk dan pertumbuhan pendapatan merupakan indikator penting untuk pengembangan volume impor. Kedua hal tersebut juga bergerak ke arah yang sama. Menurut Seabrooke et al., (2003) semakin besar populasi, semakin tinggi pula permintaan, hal ini yang menyebabkan peningkatan arus perdagangan.

A.3 Inflasi

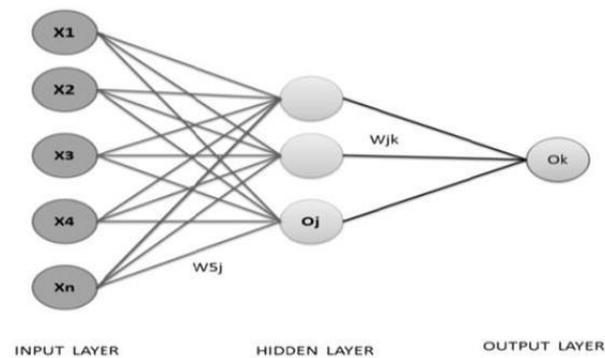
Inflasi adalah kenaikan harga dari satu atau dua barang dan dalam waktu yang singkat. Secara umum dan sederhana inflasi dapat disebabkan oleh dua hal yaitu inflasi yang

timbul karena adanya permintaan masyarakat yang berlebih dan inflasi yang terjadi karena adanya kenaikan biaya produksi (Boediono, 1992). Menurut Atmadja (1999) dalam penelitiannya menyatakan bahwa inflasi di Indonesia ternyata bukan saja merupakan fenomena jangka pendek namun juga merupakan fenomena jangka panjang. Oleh karena itu, inflasi merupakan sebuah fenomena moneter yang memiliki pengaruh luas kepada kondisi makro ekonomi sebuah negara sehingga inflasi harus dikendalikan agar tetap rendah dan stabil. Komisi Pengawas Persaingan Usaha mengatakan inflasi memberikan dampak pada fungsi pelabuhan baik mempengaruhi biaya pengelolaan aset, maupun fasilitas pelabuhan. Kelancaran arus impor akan memperkuat integrasi pasar domestik, pada gilirannya memberikan sumbangan yang signifikan bagi stabilitas makroekonomi, khususnya dalam hal penurunan biaya distribusi.

Inflasi merupakan salah satu indikator perekonomian Indonesia, banyak pula penelitian terdahulu yang telah menjadikan inflasi sebagai variabel bebas dalam menentukan *container throughput volume*. Oleh karena itu pada penelitian ini inflasi juga akan digunakan sebagai salah satu variabel dalam pembuatan model prediksi *container throughput volume*.

2.2.5 Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) merupakan *system* komputasi yang memiliki karakteristik mirip jaringan syaraf manusia. Baheer & Hajmeer (2000) mendefinisikan ANN sebagai struktur yang terdiri dari elemen-elemen yang diproses secara sederhana namun adaptif dan saling terkait di mana struktur tersebut mampu melakukan perhitungan paralel untuk pengolahan data dan penggalian informasi dengan jumlah data yang besar. ANN merupakan sistem pengolah informasi seperti jaringan otak manusia, yang di dalamnya terdapat *neuron* atau umumnya disebut *node*. Pemodelan ANN memiliki 3 *layer* (lapisan) serta beberapa *node* dan bentuk jaringan yang menyerupai struktur otak manusia yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.4 Struktur Artificial Neural Network

Dari gambar tersebut struktur ANN terdiri atas beberapa layer yang diuraikan sebagai berikut (Ardianto & Muharam, 2012) :

1. Lapisan input (*input layer*) berasal dari prediktor atau variabel independen.
2. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*) terdiri dari *node* yang tidak teramati atau unit tersembunyi. Nilai dari setiap unit tersembunyi adalah beberapa fungsi suatu prediktor, bentuk yang tepat dari fungsi tersebut tergantung pada jenis jaringan dan tergantung pada spesifikasi pengguna.
3. Lapisan output (*output layer*) berisi tanggapan, sejak awal terdiri dari variabel kategorikal dengan dua kategori. Variabel kategorikal dibedakan menjadi dua variabel indikator. Setiap unit output adalah fungsi dari unit tersembunyi.

Pada prosesnya, *Artificial Neural Network* mensimulasikan kemampuan otak manusia yang juga tersusun antara *neuron-neuron* dan dendrit. *Neuron-neuron* tersebut dihubungkan melalui suatu nilai yaitu bobot yang menunjukkan besarnya koneksi antara satu *neuron* dengan *neuron* lainnya. Dari gambar Gambar 2.2 Struktur *Artificial Neural Network* terdapat 2 jenis bobot yaitu w_{sj} dan w_{jk} . w_{sj} merupakan bobot yang menghubungkan *neuron-neuron* pada lapisan input terhadap lapisan tersembunyi. Sedangkan w_{jk} bobot yang menghubungkan *neuron-neuron* pada lapisan tersembunyi terhadap lapisan output.

A.1 Metode Pembelajaran

Secara umum, metode pembelajaran pada Artificial Neural Network terdiri dari 2 yang akan dijelaskan sebagai berikut (Kusumadewi, 2003).

1. Pembelajaran terawasi (*supervised learning*)

Metode pembelajaran ini memiliki output yang diharapkan dan telah diketahui sebelumnya, umumnya disebut sebagai target output. Pada proses pembelajarannya, satu pola input akan diberikan ke satu *neuron* pada lapisan input yang kemudian dirambatkan di sepanjang jaringan syaraf hingga sampai ke *neuron* lapisan output. Lapisan output ini akan membangkitkan pola output yang selanjutnya akan dicocokkan dengan pola output targetnya. Perbedaan antara pola output hasil pembelajaran dengan pola target disebut sebagai nilai *error*. Jika nilai error masih cukup besar, mengindikasikan bahwa perlu dilakukan pembelajaran yang lebih banyak lagi. Beberapa algoritma yang digunakan dalam metode pembelajaran ini adalah sebagai berikut.

- 1) *Hebb Rule*
- 2) *Perceptron*
- 3) *Delta Rule*
- 4) *Backpropagation*
- 5) *Heteroassociative Memory*
- 6) *Bidirectional Associative Memory (BAM)*
- 7) *Learning Vector Quantization (LVQ)*

2. Pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*)

Berbeda dengan pembelajaran terawasi, pembelajaran ini tidak memerlukan target output, sehingga tidak dapat ditentukan hasil yang diharapkan selama proses pembelajaran. Dalam prosesnya, bobot disusun dalam suatu range tertentu yang bergantung pada nilai input yang diberikan. Tujuan dari pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu, sehingga umumnya pembelajaran ini sangat cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi) pola.

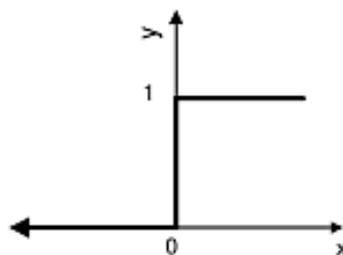
A.2 Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi ini menentukan apakah sinyal dari input *neuron* akan diteruskan atau tidak (Siang, 2005). Menurut Kusumadewi (2003) ada beberapa fungsi aktivasi yang umumnya digunakan dalam *Artificial Neural Network* yang diuraikan sebagai berikut.

1. Fungsi Undak Biner (*Hard Limit*)

Fungsi undak digunakan untuk mengkonversikan input dari suatu variabel yang bernilai kontinu ke suatu output biner yaitu 0 atau 1 pada jaringan dengan lapisan tunggal. Fungsi undak biner dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 0 \\ 1, & \text{jika } x > 0 \end{cases} \dots\dots\dots (2.1)$$



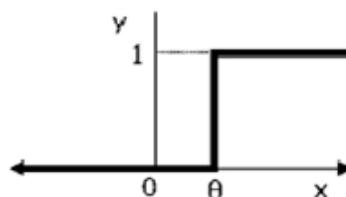
Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi Undak Biner (*Hard Limit*)

Sumber : Kusumadewi, 2003.

2. Fungsi Undak Biner (*Threshold*)

Fungsi ini menggunakan nilai ambang (*threshold*) dan sering disebut sebagai fungsi nilai ambang atau fungsi *Heaviside*. Fungsi undak biner dengan nilai ambang θ dapat dilihat pada Gambar 2.4 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq \theta \\ 1, & \text{jika } x > \theta \end{cases} \dots\dots\dots (2.2)$$



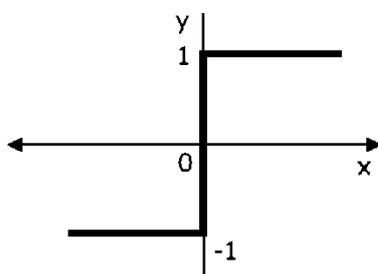
Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi Undak Biner (*Threshold*)

Sumber : Kusumadewi, 2003.

3. Fungsi Bipolar (*Symetric Hard Limit*)

Fungsi bipolar menghasilkan output berupa 1, 0, atau -1. Fungsi bipolar dapat dilihat pada Gambar 2.5 yang dirumuskan sebagai berikut.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{jika } x > 0 \\ 1, & \text{jika } x = 0 \\ -1, & \text{jika } x < 0 \end{cases} \dots\dots\dots (2.3)$$



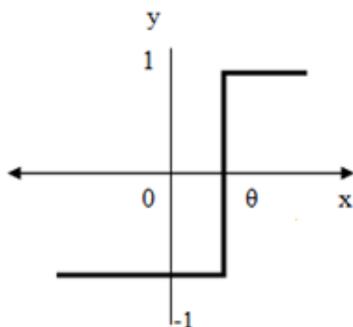
Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi Bipolar (*Symetric Hard Limit*)

Sumber : Kusumadewi, 2013.

4. Fungsi Bipolar (dengan *threshold*)

Fungsi bipolar dengan *threshold* menghasilkan output berupa 1, 0, atau -1. Fungsi bipolar dengan nilai ambang θ dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \geq \theta \\ -1, & \text{jika } x < \theta \end{cases} \dots\dots\dots (2.4)$$



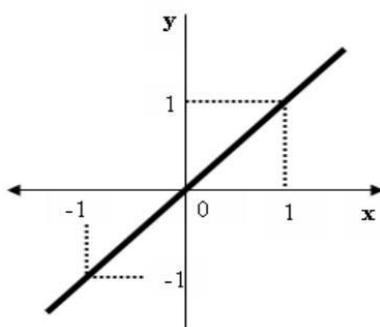
Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi Bipolar (dengan *threshold*)

Sumber : Kusumadewi, 2003.

5. Fungsi *Linear* (Identitas)

Fungsi *linear* identitas memiliki nilai yang sama antara output dengan inputnya. Fungsi *linear* dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y=x \dots \dots \dots (2.5)$$



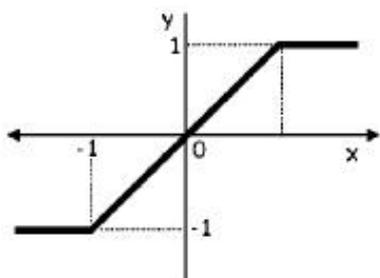
Gambar 2.9 Fungsi Aktivasi *Linear* (Identitas)

Sumber : Kusumadewi, 2003.

6. Fungsi *Saturating Linear*

Fungsi ini bernilai 0 jika inputnya kurang dari -0,5 dan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 0,5. Apabila nilai input terletak pada -0,5 dan 0,5, maka outputnya bernilai sama dengan nilai input ditambah 0,5. Fungsi *saturating linear* dapat dilihat pada Gambar 2.8 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \geq 0,5 \\ x+0,5; & \text{jika } -0,5 \leq x < 0,5 \\ 0; & \text{jika } x < -0,5 \end{cases} \dots \dots \dots (2.6)$$



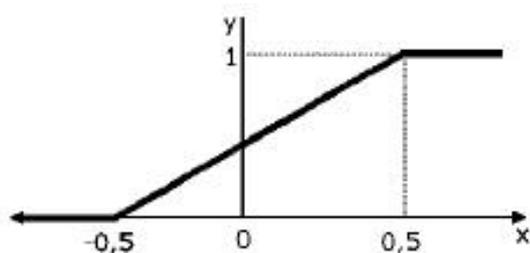
Gambar 2.10 Fungsi Aktivasi *Saturating Linear*

Sumber : Kusumadewi, 2003.

7. Fungsi *Symmetric Saturating Linear*

Fungsi ini bernilai -1 jika inputnya kurang dari -1 dan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 1. Apabila nilai input terletak pada -1 dan 1, maka outputnya bernilai sama dengan nilai inputnya. Fungsi *symmetric saturating linear* dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \geq 1 \\ x; & \text{jika } -1 \leq x \leq 1 \\ -1; & \text{jika } x \leq -1 \end{cases} \dots\dots\dots (2.7)$$



Gambar 2.11 Fungsi Aktivasi *Symmetric Saturating Linear*

Sumber : Kusumadewi, 2003.

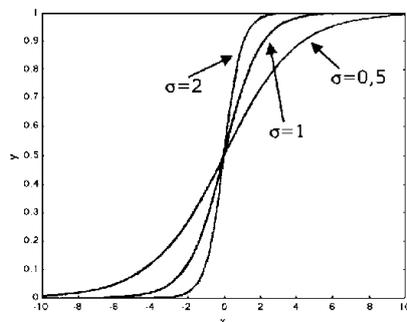
8. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi ini memiliki nilai pada *range* 0 sampai 1. Fungsi sigmoid biner dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan :

$$f'(x) = \sigma f(x)[1 - f(x)] \dots\dots\dots (2.9)$$



Gambar 2.12 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

Sumber : Kusumadewi, 2003.

9. Fungsi Sigmoid Bipolar

Output dari fungsi ini terletak antara -1 sampai 1. Fungsi sigmoid bipolar dapat dilihat pada Gambar 2.11 dan dirumuskan sebagai berikut.

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan

$$f'(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)] \dots\dots\dots (2.11)$$

Fungsi ini sangat dekat dengan *hyperbolic tangent* yang juga memiliki *range* antara -1 sampai 1. Fungsi *hyperbolic tangent* dirumuskan sebagai berikut.

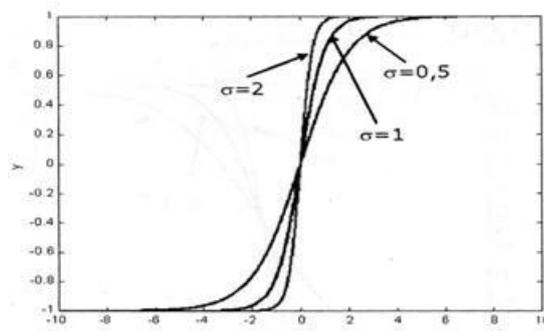
$$y = f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \dots\dots\dots (2.12)$$

atau

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \dots\dots\dots (2.13)$$

dengan

$$f'(x) = [1 + f(x)][1 - f(x)] \dots\dots\dots (2.14)$$

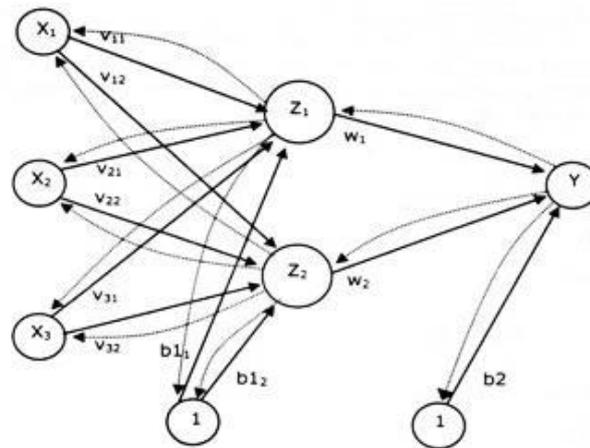


Gambar 2.13 Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

Sumber : Kusumadewi, 2003.

A.3 Backpropagation

Backpropagation merupakan salah satu algoritma dalam *Artificial Neural Network* dengan pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya. Adapun arsitektur jaringan *backpropagation* dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut.



Gambar 2.14 Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Sumber : Kusumadewi, 2004.

Pada Gambar 2.12, jaringan tersebut terdiri atas lapisan input (x), 1 lapisan tersembunyi (z), dan lapisan output (y) yang di mana setiap lapisan terdiri dari *neuron-neuron*. Bobot yang menghubungkan lapisan input dengan lapisan tersembunyi adalah v_{ij} , di mana bobot ini menghubungkan *neuron* pada lapisan input ke- i ke *neuron* ke- j pada lapisan tersembunyi. Di samping itu, terdapat bobot b_{11} dan b_{12} yang merupakan bias menuju *neuron* pertama dan kedua pada lapisan tersembunyi. Bobot yang menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan output adalah w_k , di mana k adalah *neuron* pada output. Bobot bias yang menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan output adalah b_2 .

ANN terdapat bobot untuk masing – masing jalur yang terbentuk dari semua *node* yang terbentuk. Setelah semua *node* dan semua bobot ditentukan maka yang selanjutnya dilakukan yaitu melakukan perhitungan. Berikut ini merupakan perhitungan menggunakan algoritma *backpropagation* (Kusumadewi, 2004).

1. Inisialisasi bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil
2. Tetapkan maksimum epoch, target *error*, dan *learning rate* (α)
3. Inisialisasi : Epoch = 0 dan MSE = 1
4. Langkah-langkah berikut dikerjakan selama epoch < maksimum epoch dan nilai MSE > target *error*.
 - 1) Epoch = Epoch + 1

- 2) Langkah-langkah berikut dikerjakan untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran.

Feedforward:

- a. Tiap-tiap input (X_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$) menerima sinyal x_i , dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).
- b. Tiap-tiap unit pada suatu lapisan tersembunyi (Z_j , $j = 1, 2, 3, \dots, p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot yang dirumuskan dengan:

$$z_{in_j} = b_{1j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \dots\dots\dots (2.15)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya yang dirumuskan dengan:

$$z_j = f(z_{in_j}) \dots\dots\dots (2.16)$$

Sinyal tersebut dikirimkan ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Langkah b dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi.

- c. Tiap-tiap unit output (Y_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot yang dirumuskan dengan:

$$y_{in_k} = b_{2k} + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk} \dots\dots\dots (2.17)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya yang dirumuskan dengan:

$$y_k = f(y_{in_k}) \dots\dots\dots (2.18)$$

Sinyal tersebut dikirimkan ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Backpropagation:

- d. Tiap-tiap unit output (Y_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, perhitungan informasi *error* dilakukan dengan rumus berikut.

$$\delta_{2k} = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \dots\dots\dots (2.19)$$

$$\varphi 2_{jk} = \delta_k z_j \dots\dots\dots (2.20)$$

$$\beta 2_k = \delta_k \dots\dots\dots (2.21)$$

Kemudian perhitungan koreksi bobot yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{jk} dirumuskan dengan:

$$\Delta w_{jk} = \alpha \varphi 2_{jk} \dots\dots\dots (2.22)$$

Selanjutnya perhitungan koreksi bias yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai b_{2k} dirumuskan dengan:

$$\Delta b_{2k} = \alpha \beta 2_k \dots\dots\dots (2.23)$$

Langkah d dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi, yaitu menghitung informasi *error* dari suatu lapisan tersembunyi ke lapisan tersembunyi sebelumnya.

- e. Tiap-tiap unit tersembunyi (Z_j , $j = 1, 2, 3, \dots, p$) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya) yang dirumuskan dengan:

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta 2_k w_{jk} \dots\dots\dots (2.24)$$

Nilai ini dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error* yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\varphi 1_{ij} = \delta 1_j x_j \dots\dots\dots (2.26)$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j \dots\dots\dots (2.27)$$

Kemudian perhitungan koreksi bobot yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{ij} dirumuskan dengan:

$$\Delta v_{ij} = \alpha \varphi 1_{ij} \dots\dots\dots (2.28)$$

Selanjutnya perhitungan koreksi bias yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai b_{1j} dirumuskan dengan:

$$\Delta b_{1j} = \alpha \beta 1_j \dots\dots\dots (2.29)$$

- f. Tiap-tiap unit output (Y_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j = 0, 1, 2, \dots, p$) yang dirumuskan dengan:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \dots \dots \dots (2.30)$$

$$b_{2k}(\text{baru}) = b_{2k}(\text{lama}) + \Delta b_{2k} \dots \dots \dots (2.31)$$

- Tiap-tiap unit tersembunyi (Z_j , $j = 1, 2, 3, \dots, p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($i = 0, 1, 2, \dots, n$) yang dirumuskan dengan:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \dots \dots \dots (2.32)$$

$$b_{1j}(\text{baru}) = b_{1j}(\text{lama}) + \Delta b_{1j} \dots \dots \dots (2.33)$$

3) Melakukan perhitungan MSE