

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai landasan tinjauan pustaka yang digunakan sebagai tolak ukur di dalam melakukan penelitian dari penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan, seperti laporan keuangan, rasio keuangan, perspektif perancangan sistem jaringan saraf tiruan, dan mekanisme kerja sistem jaringan saraf tiruan.

A. Tinjauan Pustaka

1. Laporan Keuangan

Menurut Helfert (1991), tujuan pelaporan keuangan diupayakan mempunyai cakupan yang luas agar memenuhi berbagai kebutuhan para pemakai dan melayani kepentingan umum dari berbagai pemakai yang potensial, bukan hanya untuk kebutuhan khusus kelompok tertentu saja. Pelaporan keuangan juga harus mendorong efektivitas pasar modal dan pasar uang dalam mengalokasikan sumber daya yang langka di antara berbagai penggunaan yang kompetitif sehingga tercipta kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Hal ini akan membantu kepada investor, kreditor, dan pemakai lainnya, baik yang sekarang maupun yang potensial, dalam menilai jumlah, waktu, dan ketidakpastian penerimaan kas dari dividen dan bunga di masa yang akan datang. Tujuan ini mengasumsikan bahwa investor menginginkan informasi tentang hasil dan risiko dari investasi yang dilakukan.

Menurut Hadad *et al.* (2003), laporan keuangan merupakan laporan kinerja masa lalu perusahaan yang sering digunakan sebagai prediksi kinerja perusahaan di masa mendatang. Keputusan-keputusan yang diambil manajemen perusahaan biasanya terkait dengan dua informasi utama. Pertama, informasi yang tercantum pada kelompok pendapatan dan biaya, dan kedua, waktu terjadinya transaksi-transaksi pendapatan dan biaya tersebut.

Informasi yang relevan dapat memperteguh, atau sebaliknya, memperlemah pengharapan yang ada. Jadi, relevansi selalu dikaitkan dengan nilai umpan balik dan nilai prediktif. Adanya nilai prediktif ini menunjukkan bahwa informasi keuangan seperti yang tercantum dalam pelaporan keuangan dapat digunakan oleh investor sekarang dan investor potensial dalam melakukan prediksi investasi di masa yang akan datang.

2. Analisis Rasio Keuangan

Perkembangan analisis rasio keuangan dapat ditelusuri ke pertengahan akhir abad ke-19 yang digunakan oleh industri di Amerika Serikat. Horrigan (1968) sebagaimana yang dikutip oleh Zainuddin dan Hartono (1999) mencatat bahwa pada masa revolusi industri analisis rasio keuangan mulai dilakukan seiring dengan semakin pentingnya laporan keuangan yang dipublikasikan di dalam praktek bisnis. Kenyataan ini terutama dipicu oleh kebutuhan industri akan perluasan modal yang telah mendorong sektor keuangan menjadi kekuatan utama dalam perekonomian. Di sisi lain, manajemen perusahaan dalam berbagai sektor industri mulai bergeser dari

pemilik kepada manajemen profesional. Dalam konteks ini, rasio keuangan digunakan oleh analis kredit untuk menilai kemampuan perusahaan dalam melunasi utang-utangnya, sedangkan analis manajemen menggunakannya untuk mengukur tingkat profitabilitas

Menurut Helfert (1991) yang disadur oleh Warsidi, dan Bambang Agus (2000) memahami rasio keuangan sebagai instrumen analisis prestasi perusahaan yang menjelaskan berbagai hubungan dan indikator keuangan, yang ditujukan untuk menunjukkan perubahan dalam kondisi keuangan atau prestasi operasi di masa lalu dan membantu menggambarkan tren pola perubahan tersebut, untuk kemudian menunjukkan risiko dan peluang yang melekat pada perusahaan yang bersangkutan. Hal ini menunjukkan bahwa analisis rasio keuangan, meskipun didasarkan pada data dan kondisi masa lalu tetapi dimaksudkan untuk menilai risiko dan peluang di masa yang akan datang.

Kegunaan sebenarnya dari setiap rasio keuangan ditentukan oleh tujuan spesifik analisis. Lebih lanjut, rasio-rasio keuangan bukanlah merupakan kriteria yang mutlak (Helfert, 1991). Pada kenyataannya, analisis rasio keuangan hanyalah suatu titik awal dalam analisis keuangan perusahaan. Analisis rasio tidak memberikan banyak jawaban, kecuali menyediakan rambu-rambu tentang apa yang seharusnya diharapkan.

Akan tetapi, aplikasi analisis rasio keuangan dalam praktek bisnis serta pengkajian-pengkajian dan studi yang telah dilakukan mengantarkan kepada pemikiran untuk menjadikan rasio keuangan sebagai indikator yang fundamental

dalam praktek bisnis dan ekonomi. Rasio keuangan juga telah digunakan sebagai *independent and descriptive variable* dalam studi ekonomi. Bahkan pernah terdapat kecenderungan untuk menggunakan rasio keuangan tunggal seperti ROI (Zainuddin dan Hartono, 1999).

Seperti yang dikutip oleh Warsidi, dan Bambang Agus (2000), menolak penggunaan rasio keuangan sebagai indikator fundamental dengan mengajukan beberapa alasan sebagai berikut :

Perubahan rasio keuangan sebenarnya merupakan angka yang tidak dapat diinterpretasikan karena pembilang dan penyebutnya bervariasi.

- a. Pengukuran rasio keuangan merupakan pengukuran yang bersifat artifisial.
- b. Rasio keuangan mengalihkan perhatian analisis dari pandangan terhadap perusahaan secara komprehensif.
- c. Keandalan rasio keuangan sebagai indikator sangat bervariasi di antara setiap rasio.

Menurut kutipan dari Hadad *et al.* (2003), studi yang menggunakan rasio keuangan mulai dilakukan pada tahun 1930-an dan kemudian beberapa studi lanjutan lebih menekankan pada kepailitan usaha. Kebanyakan hasil penelitian tersebut meyakini bahwa perusahaan yang pailit memiliki rasio yang berbeda dari perusahaan yang tidak pailit. Secara umum, rasio yang mengukur profitabilitas, likuiditas, dan solvabilitas telah berhasil menunjukkan keberhasilan sebagai indikator kepailitan

usaha. Altman (1968) yang mengadakan penelitian kebangkrutan, setelah Beaver, kembali menggunakan rasio keuangan sebagai faktor-faktor yang dapat dilihat untuk mengindikasikan kebangkrutan suatu perusahaan. Adapun rasio-rasio keuangan yang digunakan Altman (1968) adalah *Current Assets/current Liabilities*, *Market Value of Equity/Book Value of Debt*, *Net Sales/Total Asset*, *Operating Income/Total Asset*, *EBIT/Total Interest Payments*, *Retained Earnings/Total Assets*, *Working Capital/Total Assets*, *Working Capital/total Assetses*, *Retained Earnings/Total Assetes*, *EBIT/total assets*, *Market Value Equity/Book Value of Total Debt*, *Sales/total sales*.

Indrasari (2002) melakukan penelitian manfaat rasio keuangan dalam memprediksikan kebangkrutan bank dengan mengujikan tiga belas manfaat rasio keuangan *CAMEL*, besaran(*size*) bank, dan dua variabel *dummy* dalam memprediksi kebangkrutan bank, yaitu *CAR (Capital Adequacy Ratio)*, *RORA (Return On Risked Assets)*, *RCP (Rasio Cadangan Penyusutan)*, *NRF(Net Revenue from Funds)*, *PBAP (Perbandingan Pendapatan Bunga dengan Aktiva Produktif)*, *ROA(Return On Assets)*, *BMPK (Batas Maksimal Pemberian Kredit)*, *FBS(Fee Based Income)*, *GR (Growth)*, *NPM (Net Profit Margin)*, *ROE (Return On Equity)*, *BOPO (Perbandingan Biaya Operasi dan Pendapatan Operasi)*, *LDR(Loan to Deposit Ratio)*, *lnASSETS (logaritma nilai aktiva tetap)*, *KRLC(Kredit Lancar)*, dan *MNJ (Manajemen)*. Data penelitian yang digunakan adalah laporan keuangan tahunan periode 1993-1997, dan jumlah sampel bank yang digunakan adalah 88 bank, yang terdiri dari 16 bank yang dilikuidasi tahun 1999 dan 72 bank yang tidak dilikuidasi. Dengan menggunakan alat analisis uji T dan regresi logit, dari enam belas rasio keuangan tersebut diperoleh lima

rasio keuangan dan satu variabel *dummy* yang dapat digunakan untuk memprediksi kebangkrutan bank di Indonesia. Lima rasio keuangan tersebut adalah BMPK, RORA, PBAP, ROA, FBS, dan satu variabel *dummy*-nya adalah KRLC.

Di tengah diskursus tentang batasan dan kegunaan rasio keuangan dalam praktek bisnis dan ekonomi, Menurut Gibson (1982) yang disadur oleh Warsidi, dan Bambang Agus (2000) telah melakukan survei dalam rangka meneliti pendapat para eksekutif keuangan sehubungan dengan persoalan penting yang berkaitan dengan rasio keuangan di Amerika Serikat. Untuk keperluan tersebut, Gibson menyebarkan sejumlah kuesioner kepada para kontroler perusahaan-perusahaan yang terdaftar di *Fortune's 500 Largest Industrial* pada tahun 1979. Hasil penelitian menunjukkan adanya kesepakatan di antara para responden mengenai rasio-rasio keuangan mana yang dianggap penting, akan tetapi hal tersebut tidak diikuti oleh adanya konsensus mengenai metodologi penghitungannya.

Penelitian tersebut memang dilatarbelakangi oleh kondisi di Amerika Serikat pada waktu itu yang ditandai oleh adanya hambatan untuk melakukan analisis rasio keuangan secara komprehensif. Hal ini diantaranya disebabkan oleh kurangnya standar yang bisa dijadikan sebagai pedoman untuk menyeragamkan penghitungan rasio keuangan.

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa telah terdapat keragaman pemaknaan mengenai urgensi analisis rasio keuangan dalam praktek bisnis dan ekonomi, mulai dari yang menginginkan rasio keuangan tersebut dijadikan sebagai indikator fundamental hingga yang beranggapan minimalis terhadapnya.

Kenyataannya, praktek bisnis yang real masih mengaplikasikan analisis rasio ini sebagai salah satu model analisis keuangan, meskipun relevansinya tentu saja bersifat sangat subjektif, tergantung kepada tujuan dan kepentingan masing-masing analis.

3. Risiko didalam Perbankan

Setiap bidang usaha, termasuk bank, menghadapi berbagai risiko makroekonomi (misalnya pengaruh resesi ekonomi), dan mikroekonomi (misalnya ancaman persaingan). Faktor lain seperti keunggulan teknologi, kesalahan *supplier*, intervensi politik atau bencana alam merupakan risiko potensial yang dihadapi pula oleh semua perusahaan. Namun demikian, peran perbankan yang spesifik dalam proses intermediasi dan sistem pembayaran menyebabkannya menghadapi berbagai risiko yang tidak dihadapi oleh jenis usaha lain.

a. Definisi risiko

Dalam konteks ilmu keuangan dan ekonomi, risiko dapat didefinisikan sebagai *volatility* atau deviasi standar dari *net cash flow* suatu perusahaan/unit usaha (Santoso, 2003). Beberapa *economists* mengelompokkan risiko menurut aktivitas yang dilakukan bank, yakni risiko pasar, risiko perubahan kondisi ekonomi, risiko operasional, dan risiko manajemen. Selain itu terdapat risiko-risiko lain yang dapat menimbulkan kerugian bank namun sulit terdeteksi pada tahap awal, seperti risiko suku bunga dan *sovereign risk*. Seperti yang dikutip oleh Santoso (2003) mengelompokkan risiko yang dihadapi bank menjadi *general risk*, *international risk*, dan *solvency risk*. *General risk* adalah risiko-risiko fundamental yang dihadapi semua

bank seperti risiko likuiditas, risiko suku bunga, dan risiko kredit. Menurut pendekatan yang dikutip oleh Santoso (2003), risiko diklasifikasikan menurut aktivitas/operasi bank yakni risiko kredit, risiko investasi, risiko likuiditas, risiko operasional, risiko *fraud*, dan risiko *fiduciary*.

Secara garis besar, pengelompokan risiko yang dilakukan para *economists* tersebut hampir sama deskripsi dan *coveragenya*. Saat ini, risiko paling signifikan yang dihadapi bank adalah kegagalan diversifikasi (*failure to diversify*). Risiko ini muncul misalnya dari konsentrasi *maturities* jangka panjang yang menimbulkan risiko suku bunga tinggi, konsentrasi kredit pada industri tertentu, atau lokasi bank di suatu kota tanpa ada cabang di tempat lain. Semakin besar dan modern suatu bank, maka semakin banyak dan kompleks risiko yang dihadapinya. Santoso (2003) mengemukakan bahwa risiko finansial yang dihadapi perbankan modern terdiri atas *credit risk*, *market risk*, *liquidity risk*, *operational risk*, *regulatory risk*, dan *human factor risk*. Jika dikaji lebih jauh, jenis-jenis risiko yang dikemukakan oleh para *economists* tersebut sangat beragam namun secara mendasar mirip satu sama lain.

b. Manajemen risiko

Menurut Simorangkir (2002), risiko merupakan kemungkinan bank mengalami kerugian sebagai akibat perubahan kondisi yang mempengaruhi nilai dari posisi bank. Manajemen risiko merupakan aktivitas mengelola risiko sehingga dapat diminimalisir terjadinya di masa mendatang dengan didukung prasarana yang memadai seperti organisasi, *guidelines*, dan sistem informasi. Aktivitas dimaksud antara lain meliputi identifikasi risiko, mengukur risiko, mengendalikan secara rutin, dan

merekomendasikan kebijakan (*shifting/hedging* risiko, menyerap risiko dengan *pricing*, asuransi, menambah modal, dsb.). Proses identifikasi risiko dilakukan untuk mengetahui risiko apa saja yang terdapat dalam suatu transaksi. Suatu transaksi dapat mengandung lebih dari satu risiko. Selanjutnya risiko dari suatu posisi atau transaksi akan dihitung dengan menjumlahkan seluruh unsur risiko yang ada serta mempertimbangkan korelasinya. Namun demikian tidak semua jenis risiko tersebut dapat dikuantifisir seperti risiko *fraud* dan *legal*. Prosedur pengukuran risiko antara lain dilakukan dengan langkah penentuan faktor risiko, memilih pendekatan yang digunakan, merunning model, dan melakukan validasi. Penentuan faktor risiko dapat dilakukan dengan mengidentifikasi sumber terjadinya risiko (seperti kredit *default*, fluktuasi *interest rate*, *exchange rate*, dan harga). Selanjutnya pendekatan mengukur risiko dilakukan dengan memproyeksikan sejauh mana dan ke arah mana faktor-faktor risiko dimaksud akan berubah di masa mendatang. Langkah ini biasanya dilakukan dengan menggunakan model matematik dan ekonometrik. Kegiatan pengendalian risiko dapat dibagi dalam tiga tahap, yakni (1) mengurangi kemungkinan terjadinya risiko; (2) membatasi dampak negatif/kerugian terhadap bank; dan (3) menerima risiko dengan *shifting risk (hedging)* atau menambah modal. Namun demikian dalam proses pengendalian risiko ini perlu dilengkapi dengan prasarana seperti prosedur atau *guidelines*, organisasi dan sumber daya manusia pendukung (*risk group*), dan sistem informasi.

4. Rasio Keuangan Sebagai Indikator Kinerja Bank

Penelitian paling awal mengenai kegunaan obyektif rasio keuangan adalah yang dilakukan oleh Winakor dan Smith (1930) seperti yang dikutip oleh Warsidi dan Bambang (2000). Winakor dan Smith menganalisis 21 rasio keuangan selama sepuluh tahun untuk menentukan rasio keuangan mana yang paling akurat dan bermanfaat sebagai indikator sepuluh tahun sebelum perusahaan mengalami kebangkrutan. Winakor dan Smith menyimpulkan bahwa rasio keuangan yang paling akurat dan bermanfaat sebagai indikator kebangkrutan adalah rasio *Net Working Capital to Total Assets*. Kelemahan studi Winakor dan Smith adalah tidak digunakannya *control group* berupa perusahaan-perusahaan yang tidak bangkrut (Warsidi *et al.*, 2000).

Penelitian sejenis yang memasukkan *control group* berupa perusahaan-perusahaan yang sukses dilakukan oleh Altman (1968). Altman menggunakan sampel sebanyak 66 perusahaan, yang terdiri atas 33 perusahaan bangkrut dan 33 perusahaan yang tidak bangkrut. Dengan menggunakan *multivariate discriminant analysis*, Altman menemukan bahwa rasio-rasio keuangan *liquidity*, *solvency*, dan *profitability* bermanfaat dalam memprediksi kebangkrutan perusahaan dengan tingkat keakuratan yang semakin menurun seiring dengan semakin lamanya periode prediksi. Pada periode prediksi satu tahun sebelum perusahaan mengalami kebangkrutan, rasio-rasio keuangan tersebut bermanfaat untuk memprediksi kebangkrutan dalam tingkat keakuratan 95% yang menurun menjadi 76% pada periode dua tahun sebelum bangkrut, 48% untuk periode tiga tahun, 29% untuk periode empat tahun, kemudian

naik lagi 36% untuk periode lima tahun sebelum perusahaan mengalami kebangkrutan.

Sebagaimana yang dikutip dari Warsidi dan Bambang (2000), Sinkey (1978) melakukan penelitian tentang kegunaan rasio keuangan dalam memprediksi kondisi keuangan perusahaan perbankan. Dengan menggunakan *multiple discriminant analysis* dalam menguji perusahaan bank yang bermasalah, Sinkey menganalisis sepuluh rasio keuangan dalam menguji sampel sebanyak 110 perusahaan perbankan. Dalam penelitian tersebut Sinkey memperoleh bukti bahwa rasio-rasio keuangan yang berguna sebagai prediktor kondisi keuangan perusahaan perbankan secara signifikan berbeda antara perusahaan perbankan yang bermasalah dengan perusahaan perbankan yang tidak bermasalah untuk periode prediksi empat tahun sebelum perusahaan perbankan mengalami masalah.

Warsidi dan Bambang (2000), Kegunaan rasio keuangan dalam memprediksi kebangkrutan perusahaan juga dilakukan oleh Dambolena dan Khoury (1980). Dambolena dan Khoury menggunakan perusahaan retail dan perusahaan manufaktur sebagai sampel penelitiannya, berjumlah 46 perusahaan yang terdiri dari 23 perusahaan bangkrut dan 23 perusahaan yang tidak bangkrut. Dengan menggunakan *discriminant procedure*, Dambolena dan Khoury menganalisis 19 rasio keuangan dan menemukan bahwa rasio keuangan memiliki kemampuan untuk dijadikan sebagai prediktor kebangkrutan perusahaan-perusahaan retail dan manufaktur untuk lima tahun sebelum perusahaan-perusahaan tersebut mengalami kebangkrutan.

Untuk menguji kegunaan rasio keuangan dalam memprediksi kebangkrutan perusahaan-perusahaan perbankan, penelitian sejenis telah dilakukan oleh Thomson (1991). Thomson menganalisis sampel sebanyak 1.736 perusahaan perbankan yang sukses dan 770 perusahaan yang bangkrut selama periode enam tahun dari tahun 1984 sampai dengan 1989. Dengan menggunakan *logit regression*, hasilnya menunjukkan bahwa kemungkinan perusahaan mengalami kebangkrutan adalah fungsi dari variabel yang berkaitan dengan *solvency*, termasuk rasio-rasio *capital*, *assets*, *management*, *earnings*, dan *liquidity* (CAMEL) yang dimilikinya.

Thomson (1991) juga menemukan bahwa rasio CAMEL sebagai *proxy* variabel kondisi keuangan bank merupakan faktor signifikan yang berkaitan dengan kemungkinan kebangkrutan bank untuk periode empat tahun sebelum bank tersebut bangkrut.

5. Kriteria Penilaian Kesehatan Bank

Di dalam penjelasan Peraturan Bank Indonesia Nomor 6/19/PBI/2004 dinyatakan bahwa kesehatan atau kondisi keuangan dan non keuangan bank merupakan kepentingan semua pihak terkait, baik pemilik, pengelola (manajemen) bank, masyarakat pengguna jasa bank, Bank Indonesia selaku otoritas pengawasan bank, dan pihak lainnya. Kondisi bank tersebut dapat digunakan oleh pihak-pihak tersebut untuk mengevaluasi kinerja bank dalam menerapkan prinsip kehati-hatian, kepatuhan terhadap ketentuan yang berlaku dan manajemen risiko.

Perkembangan industri perbankan, terutama produk dan jasa yang semakin kompleks dan beragam akan meningkatkan eksposur risiko yang dihadapi bank. Perubahan eksposur risiko bank dan penerapan manajemen risiko akan mempengaruhi profil risiko bank yang selanjutnya berakibat pada kondisi bank secara keseluruhan.

Perkembangan metodologi penilaian kondisi bank senantiasa bersifat dinamis sehingga sistem penilaian tingkat kesehatan bank harus diatur kembali agar lebih mencerminkan kondisi bank saat ini dan di waktu yang akan datang. Pengaturan kembali tersebut antara lain meliputi penyempurnaan pendekatan penilaian (kuantitatif dan kualitatif) dan penambahan faktor penilaian.

Ali (2004) mengemukakan bahwa dasar-dasar dan tata cara penilaian tingkat kesehatan bank telah mengalami perubahan-perubahan sejak ketentuan deregulasi perbankan 1988. Aspek utama yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan tersebut adalah langkah penerapan *prudential banking practices* atau pengelolaan perbankan yang berhati-hati. Langkah ini merupakan langkah pencegahan dan pemberian perlindungan terhadap *stakeholders* dari aspek-aspek negatif sebagai akibat dari praktik-praktik tercela dalam bidang perbankan tersebut. Harus diakui bahwa penerapan prinsip kehati-hatian dalam kegiatan operasional perbankan sesungguhnya secara sistematis dapat membawa bank tersebut dalam tingkat kesehatan yang prima.

Menurut Payamta dan Machfoed, M (1999) yang dikutip oleh Triaji (2000) Adanya ketentuan tingkat kesehatan bank dalam industri perbankan dimaksudkan sebagai:

- a. Tolok ukur bagi manajemen bank untuk menilai apakah pengelolaan bank telah dilakukan sejalan dengan asas-asas perbankan yang sehat dan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku.
- b. Tolok ukur untuk menetapkan arah pembinaan dan pengembangan bank baik secara individual maupun perbankan secara keseluruhan.

Tingkat kesehatan bank dinilai dengan pendekatan kuantitatif atas berbagai faktor yang berpengaruh terhadap kondisi dan perkembangan suatu bank. Penilaian tersebut mencakup faktor permodalan (*capital*), kualitas asset (*asset quality*), manajemen (*management*), rentabilitas (*earning capacity*), dan likuiditas (*liquidity*). Dari indikator parameter diatas dapat dilakukan analisis dengan menggunakan formula perhitungan, yang kemudian dapat ditetapkan peringkat setiap komponen dengan berpedoman pada matrik kriteria penetapan peringkat komponen (sesuai dengan Peraturan Bank Indonesia).

Jika dilihat dari struktur permodalan bank menurut API (Arsitektur Perbankan Indonesia), API membagi bank menjadi empat kelompok, yaitu (lihat pada tabel 1) :

Tabel 1. Struktur Permodalan Perbankan di Indonesia

Kelompok Bank	Permodalan
Bank International	diatas Rp. 50 triliun
Bank Nasional	Rp. 10 triliun – Rp. 50 triliun
Bank Fokus	Rp. 100 miliar – Rp. 10 triliun
Bank Usaha Terbatas	dibawah 100 miliar

Sumber : infobank, Juni 2005

Komposisi penerapan peringkat predikat tingkat kesehatan bank disesuaikan dengan ketentuan dalam Surat Edaran Bank Indonesia dan Peraturan Bank Indonesia sebagai berikut :

- a. Untuk predikat tingkat kesehatan “sehat” dipersamakan dengan Peringkat Komposit 1 (PK-1) atau Peringkat Komposit 2 (PK-2);
- b. Untuk predikat tingkat kesehatan “cukup sehat” dipersamakan dengan Peringkat Komposit 3 (PK-3);
- c. Untuk predikat tingkat kesehatan “kurang sehat” dipersamakan dengan Peringkat Komposit 4 (PK-4);
- d. Untuk predikat tingkat kesehatan “tidak sehat” dipersamakan dengan Peringkat Komposit 5 (PK-5);

Penentuan bobot kriteria sehat tidaknya bank masing-masing diatur oleh Bank Indonesia melalui paket kebijakan perbankan tanggal 23 Februari 1991 yang disempurnakan dalam paket 29 Mei 1993 (Surat Edaran BI No. 26/5/BPPP) dan Peraturan Bank Indonesia No. 6/10/PBI/2004 (lihat Tabel 2) sebagai berikut :

Tabel 2. Bobot Penilaian Faktor dan Komponen Penilaian Kesehatan Bank

Faktor yang Dinilai	Komponen	Bobot
Permodalan	Rasio modal terhadap aktiva tertimbang menurut risiko (ATMR)	25%
Kualitas Aktiva Produktif	a. Rasio aktiva produktif yang diklasifikasikan terhadap aktiva produktif	25%
	b. Rasio penyisihan penghapusan aktiva produktif terhadap aktiva produktif yang diklasifikasikan	5%
Manajemen	a. Manajemen permodalan	25%
	b. Manajemen aktiva	
	c. Manajemen umum	
	d. Manajemen rentabilitas	
	e. Manajemen likuiditas	
Rentabilitas	a. Rasio laba terhadap total asset	5%
	b. Rasio beban operasional terhadap pendapatan operasional	5%
Likuiditas	a. Rasio kewajiban bersih call money terhadap aktiva lancar	5%
	b. Rasio kredit terhadap dana yang diterima	5%

Sumber : Bank Indonesia

Nilai kredit hasil penilaian kuantitatif terhadap lima faktor diatas (aspek CAMEL) beserta komponennya kemudian dijumlahkan, sehingga diperoleh penilaian faktor yang dikuantifikasikan. Selanjutnya, nilai kredit tersebut dapat ditambah atau dikurangi dengan nilai kredit yang berasal dari pelaksanaan ketentuan-ketentuan yang

sanksinya dikaitkan dengan penilaian tingkat kesehatan bank. Pelanggaran terhadap ketentuan-ketentuan kredit usaha kecil (KUK), kredit ekspor, batas maksimum pemberian kredit (BMPK), dan posisi devisa netto, akan dikenakan sanksi yang dapat mempengaruhi tingkat kesehatan bank.

Sedangkan kriteria pembobotan penilaian bank menurut infobank (Juni 2005) yang baru-baru ini melakukan rating terhadap 132 bank di Indonesia, infobank menggunakan prosedur pembobotan yang berbeda dengan kebijakan Bank Indonesia. Ini terlihat dari variabel bobot untuk masing-masing rasio keuangan (lihat tabel 3) :

Tabel 3. Bobot Penilaian Bank dan Komponen Penilaian (versi infobank).

Faktor yang Dinilai	Komponen	Bobot
Permodalan	a. CAR	20%
Kualitas Aktiva Produktif	a. NPL	12.5%
	b. Pemenuhan PPAP	7.5%
Rentabilitas	a. ROA	10%
	b. ROE	10%
Likuiditas	a. LDR	15%
	b. Pertumbuhan Kredit/ Pertumbuhan Data	5%
Efisiensi	a. BOPO	10%
	b. NIM	10%

Sumber : Biro Riset Infobank, Juni 2005

Nilai kredit secara keseluruhan diperoleh atas dasar hasil penilaian kuantitatif lima faktor dan komponen-komponennya serta nilai kredit pelaksanaan ketentuan-ketentuan yang ada. Berdasarkan nilai kredit secara keseluruhan, maka ditetapkan 4 golongan predikat kesehatan bank sebagai berikut (lihat Tabel 4) :

Tabel 4. Komposisi Nilai Kredit dan Predikat

Nilai kredit	Predikat
81-100	Sehat
66-<81	Cukup Sehat
51-<66	Kurang Sehat
0-<51	Tidak Sehat

Sumber : Bank Indonesia

Lebih lanjut diatur bahwa predikat tingkat kesehatan bank yang sehat atau cukup sehat, atau kurang sehat akan diturunkan menjadi tidak sehat apabila dijumpai salah satu atau lebih dari hal-hal sebagai berikut :

- a. Perselisihan intern yang diperkirakan akan menimbulkan kesulitan dalam bank yang bersangkutan.
- b. Campur tangan pihak-pihak di luar bank dalam kepengurusan (manajemen) bank, termasuk didalamnya kerja sama yang tidak wajar yang dapat mengakibatkan salah satu atau beberapa kantornya berdiri sendiri.
- c. *Window dressing* dalam pembukuan dan atau laporan bank secara material dapat berpengaruh terhadap keadaan keuangan bank, sehingga mengakibatkan penilaian keliru terhadap bank.
- d. Praktik “ bank dalam bank “ atau melakukan usaha bank diluar pembukuan bank.
- e. Kesulitan keuangan yang mengakibatkan penghentian sementara atau pengunduran diri dari keikutsertaannya dalam kliring (Bank Indonesia, Surat Edaran No. 26/5/BPPP 29 Mei 1993).

6. Jaringan saraf tiruan

a. Konsep Dasar Jaringan Saraf Tiruan

Christanti (2003) Jaringan saraf tiruan (JST) atau yang lebih dikenal sebagai *Artificial Neural Networks* (ANNs) mulai dikembangkan sekitar pada tahun 1943 oleh McCulloch dan Pitts, dalam karya tulisnya yang berjudul "*A logical Calculus of The Ideas Immanent in Nervous Activity*". Model jaringan ini diilhami dari struktur dan cara kerja otak manusia. Jaringan saraf tiruan diilhami dari ilmu biologi, yang termotivasi dari keinginan untuk mencoba mengerti bagaimana otak manusia bekerja dan berusaha untuk menyamai cara kerja otak manusia, bahkan jika mungkin melebihinya. Jaringan saraf tiruan adalah suatu sistem pengolah informasi yang diadaptasi dari kemampuan otak manusia dalam mengolah informasi.

Otak manusia merupakan suatu sistem kompleks yang memiliki berbagai kemampuan yang luar biasa, misalnya mengingat, menghitung atau berpikir. Jaringan saraf tiruan dapat menunjukkan sejumlah karakteristik yang dimiliki oleh otak manusia, antara lain :

- 1) Kemampuan untuk belajar dari pengalaman.
- 2) Kemampuan melakukan generalisasi terhadap masukan baru dari pengetahuan yang dimilikinya.
- 3) Kemampuan mengabstraksikan karakteristik penting dari masukan yang mengandung data yang tidak penting.

Menurut Hagan (1996) yang dikutip oleh Christanti (2003) Adapun dasar pemikiran mengapa jaringan saraf tiruan meniru konsep otak manusia adalah karena otak manusia dapat bekerja dengan menggunakan sistem komputasi yang berisi elemen-elemen yang dapat mengirimkan sinyal. Jika ada rangsangan (masukan), maka *impulse* akan dikirimkan melalui *akson* yang bertugas untuk mengirimkan sinyal yang akan didistribusikan di dalam jaringan saraf tiruan.

Jaringan saraf tiruan tersusun atas sekumpulan elemen pemroses (*neuron*) yang disebut dengan simpul atau sel yang terinterkoneksi dan terorganisasi dalam lapisan (*layer*). Setiap sel memproses sinyal dengan fungsi aktivasinya.

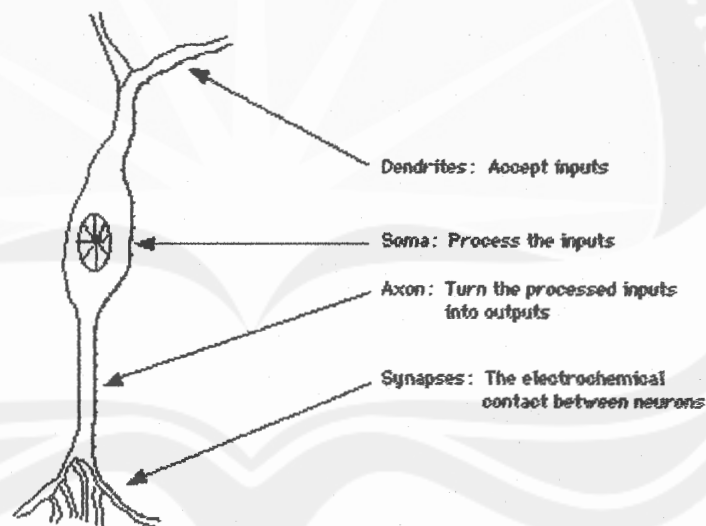
b. Jaringan Saraf Manusia sebagai Dasar Jaringan Saraf Tiruan

Menurut Fausett (1994) seperti yang dikutip oleh Christanti (2003) kemampuan otak manusia yang sangat mengesankan, mengilhami manusia untuk membuat suatu sistem jaringan saraf tiruan, dengan tujuan agar dapat menirukan beberapa kemampuan otak manusia, seperti mengenali, memperkirakan, menggunakan pengetahuan, dan memiliki kemampuan untuk belajar dari pengalaman sebelumnya. Bahkan, ketika tubuhnya beristirahat, otak manusia masih tetap melakukan aktivitasnya.

Kemampuan otak manusia untuk melakukan hal-hal yang luar biasa diawali dari pertumbuhan otak manusia. Ketika otak berumur dua tahun dengan kecepatan rata-rata pertumbuhan dan hubungan antar neuron mencapai satu juta buah dalam jangka waktu satu detik. Ketika struktur otak dan pertumbuhannya mencapai keadaan stabil,

maka dalam otak manusia terdapat kurang lebih 10 miliar *neuron* dengan jumlah sambungan antar *neuron* mencapai jumlah kurang lebih 60 triliun sambungan. Karakteristik lain dari otak manusia adalah dalam 1 detik dengan mengerjakan satu macam pekerjaan, hanya membutuhkan energi 10^{-16} joule dengan kecepatan pengerjaan sekitar 10^{-3} detik.

Otak manusia tersusun atas sejumlah besar sel khusus yang disebut dengan saraf (*neuron*). Setiap saraf (*neuron*) biologis memiliki empat komponen dasar. Beberapa komponen penyusun penting dalam sistem saraf manusia seperti terlihat pada gambar 1, yaitu *dendrit*, *soma*, *akson*, dan *sinapsis*.



Gambar 1. Sebuah Saraf (*neuron*) Sederhana

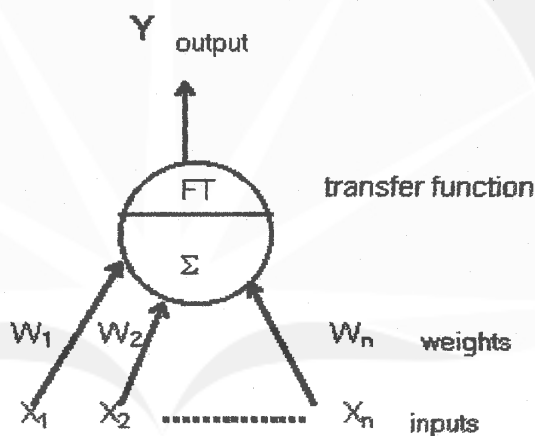
- 1) *Dendrit* (*dendrite*), adalah struktur percabangan di mana *neuron* menerima informasi dari *neuron* lainnya. Dendrit banyak menerima sinyal dari saraf lain.

Transmitter kimia mengubah impuls-impuls yang masuk ke dalam *soma* untuk menaikkan atau menurunkan tegangan saraf sesuai dengan isyarat yang baru masuk berupa *eksitasi* (memberitahukan neuron untuk membangkitkan sinyal keluaran) atau *inhibisi* (memberitahukan neuron untuk tidak membangkitkan sinyal keluaran), dengan mengukur frekuensi isyarat-isyarat yang diterima. Satu buah *neuron* lainnya dalam suatu proses perpindahan informasi antar *neuron*.

- 2) *Soma* (badan sel), merupakan induk saraf yang mendukung fungsi-fungsi dan struktur sel. *Soma* menjumlahkan sinyal-sinyal yang baru saja masuk. Ketika masukan yang diterima sudah cukup, maka *akson* akan menghantarkan isyarat-isyarat keluaran dari satu sel ke sel lain melalui titik interkoneksi yang disebut *sinapsis*.
- 3) *Akson*, merupakan serat bercabang yang berfungsi untuk membawa isyarat dari *neuron* keluar menuju *neuron* lainnya.
- 4) *Sinapsis*, merupakan daerah persambungan khusus antar *neuron* yang berfungsi menentukan kekuatan dan kebenaran isyarat yang disampaikan.

Christanti (2003) dari hasil penelitian, diperkirakan dalam otak manusia terdapat sekitar 100 miliar sel saraf. Masing-masing sel saraf terhubung ke sekitar 10000 sel lain. Dengan demikian, setiap sel saraf dapat mengirimkan impuls ke 10000 sel sasaran. Setiap sel saraf memproses dan mengirimkan informasi secara terus menerus ke sel saraf yang lain.

Jaringan saraf tiruan karakteristik kinerjanya menyerupai jaringan saraf biologis. Jaringan saraf tiruan tersusun dari elemen-elemen pemroses (*artificial neurons*), setiap saraf menerima input, memproses input, dan menghasilkan sebuah output tunggal. Input dapat berupa data input mentah atau output dari *neuron* lainnya, sedangkan output dapat menjadi hasil akhir (misalnya 1 berarti iya, 0 berarti tidak) atau dapat menjadi input bagi *neuron* lainnya. Kekuatan hubungan yang terjadi antara setiap *neuron* yang saling terhubung dikenal sebagai bobot (*weight*). (lihat pada gambar 2).

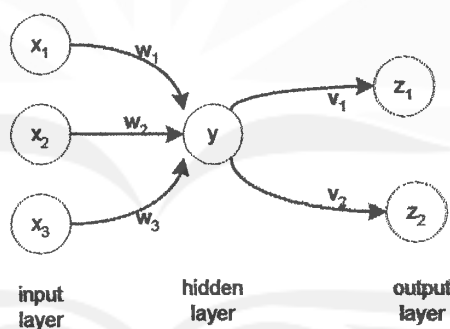


Gambar 2. Sebuah Saraf Tiruan (*artificial neuron*) Sebagai Elemen Pemroses

Di dalam jaringan saraf tiruan, istilah simpul (*node*) sering digunakan untuk menggantikan saraf (*neuron*). Setiap jaringan saraf tiruan tersusun atas sekumpulan simpul (*node*) yang terinterkoneksi dan terorganisasi dalam lapisan-lapisan atau yang biasanya disebut sebagai *layer*. Tiap-tiap lapisan terdiri dari banyak simpul,

interkoneksi hanya terjadi antara simpul-simpul yang terletak pada satu lapisan dengan simpul-simpul yang terletak pada lapisan tetangganya.

Simpul-simpul yang berhubungan langsung dengan masukan dan terletak dalam satu lapisan yang sama, disebut lapisan masukan atau *input layer*. Simpul-simpul yang memberikan keluaran dan terletak dalam satu lapisan disebut lapisan keluaran atau *output layer*. Simpul-simpul yang terletak dalam satu atau beberapa lapisan dan tidak berhubungan langsung dengan keadaan di luar jaringan disebut lapisan tersembunyi atau *hidden layer*. Banyaknya simpul pada lapisan masukan, lapisan keluaran dan lapisan tersembunyi tergantung pada jenis pemakaian tertentu. (lihat pada gambar 3).



Gambar 3. Contoh Jaringan saraf tiruan Sederhana

Jaringan saraf tiruan dicirikan oleh :

- Pola hubungan antar sarafnya, yang disebut arsitektur.
- Metode untuk menghasilkan nilai bobot pada hubungan-hubungannya, yang disebut algoritma pembelajaran (*learning*) atau algoritma pelatihan (*training*).
- Fungsi aktivasi, yang merupakan fungsi dari keadaan internal setiap saraf.

c. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Menurut Fausett (1994) yang dikutip oleh Christanti (2003) yang harus diperhatikan dalam membangun suatu jaringan saraf tiruan adalah menentukan struktur jaringan yang disebut dengan arsitektur jaringan saraf tiruan. Arsitektur jaringan saraf tiruan adalah pengaturan saraf ke dalam lapisan-lapisan dan pola hubungan di dalam dan antar lapisan.

Jaringan saraf tiruan biasanya diklasifikasikan sebagai jaringan satu lapisan (*single layer*) atau jaringan banyak lapisan (*multiple layer*). Dalam penentuan jumlah lapisan, lapisan masukan tidak termasuk dalam hitungan karena pada lapisan ini tidak terjadi proses komputasi. Jumlah lapisan di dalam jaringan dapat didefinisikan sebagai jumlah lapisan dari jalur-jalur bobot yang terhubung antara lapisan saraf. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa bobot di dalam suatu jaringan berisi informasi yang sangat penting.

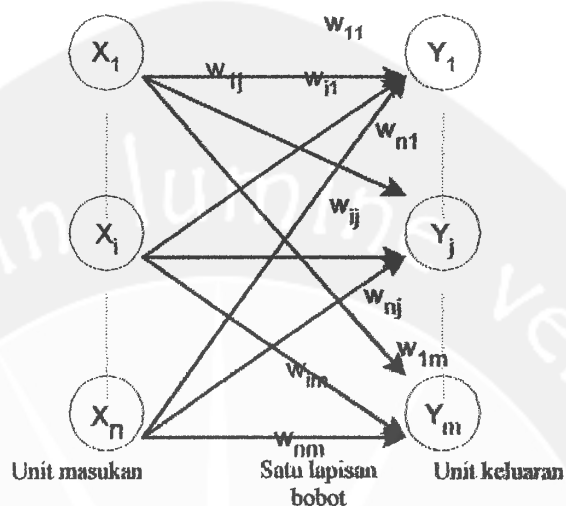
Menurut strukturnya, jaringan saraf dapat dibagi dalam 2 jenis, yaitu *feedforward nets* (jaringan perambatan maju), dan *recurrent nets* (jaringan berulang). Pada *feedforward nets*, sinyal mengalir searah dari lapisan masukan, lapisan tersembunyi, sampai lapisan keluaran. Setiap simpul dihubungkan dengan simpul lainnya yang berada di atas dan di bawahnya, tetapi tidak dengan simpul yang berada pada lapisan yang sama. Contoh dari *feedforward nets* ini, yaitu :

1) Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Network*)

Jaringan ini hanya mempunyai lapisan masukan, satu lapisan bobot, dan lapisan keluaran. Lapisan masukan terhubung penuh ke lapisan keluaran dan tidak

terhubung penuh ke lapisan keluaran dan tidak terhubung ke lapisan yang lainnya.

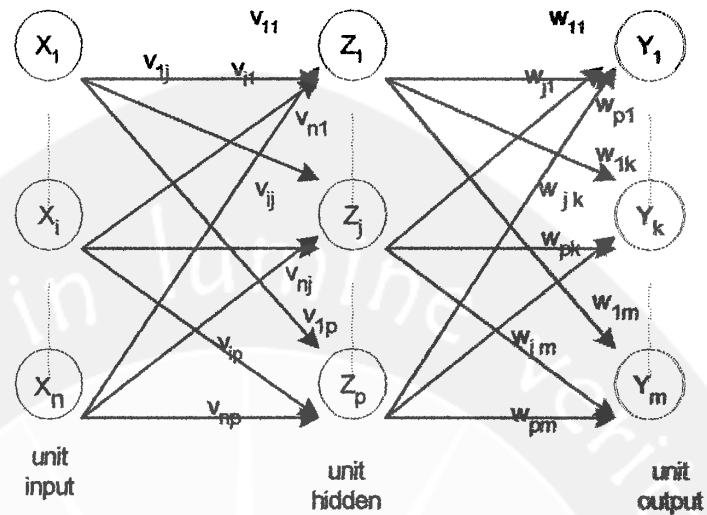
(lihat pada gambar 4).



Gambar 4. Jaringan Saraf Tiruan Satu Lapis

2) Jaringan Lapisan Banyak (Multi Layer Network)

Jaringan lapisan banyak adalah suatu jaringan saraf berlapis (*layered neural network*), dimana lapisan *neuron* tidak hanya terdiri dari masukan dan keluaran saja, tetapi terdapat lapisan tambahan yaitu lapisan tersembunyi (*hidden layer*) yang letaknya antara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Lapisan tersembunyi tersebut dapat berjumlah lebih dari satu, disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi dan berbagai pertimbangan efektifitasnya. (lihat gambar 5).



Gambar 5. Jaringan Saraf Tiruan Banyak Lapis

Semakin banyak lapisan tersembunyi yang digunakan dalam sebuah jaringan, maka jaringan akan mampu menangani jangkauan statistik yang lebih luas dan lebih kompleks. Secara sederhana, jaringan banyak lapis dapat dibuat dengan menyusun sekumpulan jaringan satu lapis. Sama halnya pada arsitektur satu lapis, pada lapisan masukan tidak ada proses komputasi. Lapisan masukan hanya berfungsi sebagai sumber masukan saja. Jaringan saraf banyak lapis memang umumnya lebih rumit, tetapi akan memiliki kemampuan lebih tinggi, karena proses pelatihannya memiliki tingkat kesuksesan yang lebih tinggi. Sehingga memungkinkan adanya pemecahan masalah yang tidak dapat dilakukan oleh

jaringan satu lapis. Hal ini membuktikan bahwa jaringan saraf banyak lapis telah mempunyai kemampuan yang jauh lebih baik dari jaringan satu lapis.

Jaringan satu lapis (gambar 4) dan jaringan banyak lapis (gambar 5), merupakan contoh dari *feedforward nets*, yaitu suatu jaringan dengan aliran isyarat masukan dari unit masukan ke unit keluaran yang dilakukan dengan perambatan maju. Selain jaringan dengan perambatan maju (*feedforward nets*), terdapat pula struktur jaringan berulang (*recurrent nets*), yaitu suatu jaringan dengan sinyal mengalir dua arah maju, dan mundur.

Recurrent network memiliki memori dinamik, dan sinyal mengalir dua arah maju dan mundur. Keluaran-keluaran yang berasal dari masukan, sama baiknya seperti masukan dan keluaran sebelumnya. Contoh dari *recurrent network*, yaitu lapisan kompetitif (*competitive layer*).

d. Algoritma Pembelajaran dan Pelatihan

Ide dasar dari jaringan saraf tiruan adalah konsep belajar, oleh sebab itu dari berbagai hal yang penting dalam jaringan saraf tiruan, hal utama yang sangat penting adalah kemampuan belajar jaringan. Jaringan saraf tiruan memiliki kemampuan untuk belajar dari lingkungannya, dan jaringan itu akan meningkatkan kemampuannya sendiri melalui proses belajar tersebut.

Jaringan-jaringan belajar melakukan generalisasi karakteristik tingkah laku obyek. Jika dilihat dari sudut pandang manusia, hal ini sama seperti bagaimana

manusia belajar sesuatu. Manusia menyimpan ilmu pengetahuannya ke dalam otak yang berisikan *synapsis*, *neuron*, dan lainnya. Jaringan saraf tiruan menyimpan ilmu pengetahuannya dalam nilai bobot sambungan dan elemen-elemen pemroses yang menghasilkan keluaran.

Subiyanto (1998) Jaringan-jaringan saraf membangun model sistem yang berubah-ubah, yang direpresentasikan dengan proses stokastik peubah waktu melalui beberapa ruang vektor. Oleh karena itu vektor masukan jaringan merupakan pola-pola dari model setiap saat, dan vektor keluaran merupakan suatu aksi yang berhubungan yang ditunjukkan atau digolongkan oleh jaringan-jaringan tadi melalui masukan.

Terminologi belajar, artinya membentuk fungsi pemetaan yang menggambarkan hubungan antara vektor masukan dan vektor keluaran. Biasanya diberikan contoh yang cukup untuk menggambarkan pola dalam proses belajar untuk generalisasi perhitungan-perhitungan yang penting dalam membangun pemetaan, walaupun untuk pasangan masukan-keluaran yang belum pernah digambarkan sebelumnya.

Untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan, jaringan saraf tiruan memerlukan algoritma belajar, yaitu bagaimana sebuah konfigurasi jaringan saraf tiruan dapat dilatih untuk mempelajari data historis yang ada. Dengan pelatihan ini, pengetahuan yang terdapat pada data dapat diserap dan direpresentasikan oleh harga-harga bobot koneksinya.

Santoso (2000) proses pembelajaran pada jaringan saraf tiruan dapat dilakukan secara terbimbing (*supervised learning*) dan tak terbimbing (*unsupervised learning*).

1) Pembelajaran secara terbimbing (*supervised learning*)

Pembelajaran dilakukan dengan cara memberikan serangkaian pola atau serangkaian vector pembelajaran pada masing-masing vector output target yang saling berhubungan. Sedangkan untuk bobot diatur menurut algoritma pembelajaran.

2) Pembelajaran secara tak terbimbing (*unsupervised learning*)

Pada algoritma pembelajaran tak terbimbing, bobot pola masukan ditetapkan tanpa mementingkan target. Oleh karena itu, perbandingan dilakukan dengan respon ideal yang ditetapkan sebelumnya. Rangkaian pembelajaran hanya berisi masukan saja. Algoritma belajar hanya memodifikasi bobot jaringan untuk menghasilkan keluaran yang konsisten. Artinya, penerapan salah satu hasil pembelajaran akan menghasilkan pola keluaran yang sama.

e. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi adalah suatu fungsi matematis yang berguna untuk membatasi dan menentukan jangkauan output suatu *neuron*. Pembatasan ini sangat berkaitan dengan jangkauan tertentu yang dapat ditangani oleh lapisan selanjutnya dalam jaringan.

Untuk unit input, fungsi aktivasinya adalah fungsi identitas, yang merupakan fungsi linier sederhana seperti :

$$f(x) = x \quad \text{untuk semua } x$$

Dalam membangun Jaringan Saraf Tiruan fungsi aktivasi yang paling sering digunakan adalah fungsi sigmoid (fungsi yang grafiknya berbentuk huruf S). Ada dua jenis fungsi sigmoid yang paling umum, yaitu :

1) Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi ini merupakan fungsi *sigmoid* dengan jangkauan nilai antara 0 dan 1, yang sering digunakan sebagai fungsi aktivasi untuk Jaringan Saraf Tiruan yang memiliki target keluaran berupa bilangan biner atau berada dalam interval 0 dan 1. Secara matematis fungsi *sigmoid biner* dinyatakan sebagai berikut :

$$f(x) = 1 / (1 + \exp(-x))$$

dengan

$$f'(x) = f(x) [1 - f(x)]$$

2) Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi ini merupakan fungsi *sigmoid* dengan jangkauan nilai antara -1 dan 1, yang sering digunakan sebagai fungsi aktivasi untuk Jaringan Saraf Tiruan yang memiliki target keluaran berupa isyarat bipolar atau berada dalam interval -1 dan 1. Secara matematis fungsi *sigmoid bipolar* dinyatakan sebagai berikut :

$$f(x) = (2 / (1 + \exp(-x))) - 1$$

dengan

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

7. Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

a. Konsep dasar Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

Santoso (2000) jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* (BP) pertama kali diperkenalkan oleh Rumelhart, Hinton dan William pada tahun 1986, kemudian Rumelhart dan Mc Clelland mengembangkannya pada tahun 1988.

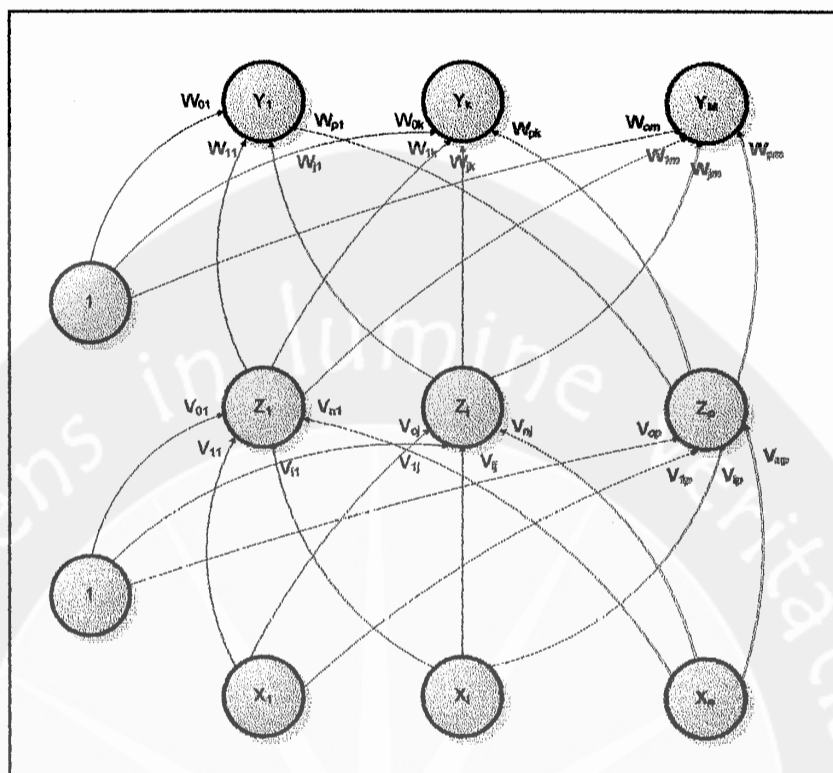
Inti dari algoritma pembelajaran dengan metode *Backpropagation* ini terletak pada kemampuannya untuk mengubah nilai-nilai bobotnya untuk menanggapi adanya kesalahan. Untuk dapat menghitung kesalahan, pada proses pembelajaran perlu adanya pola-pola keluaran yang dijadikan target oleh jaringan, sehingga setiap keluaran yang dihasilkan oleh jaringan akan dibandingkan dengan targetnya. Hasil dari perbandingan ini berupa *error* atau kesalahan. Oleh karena itu, jaringan saraf tiruan *Backpropagation* merupakan jaringan dengan proses pembelajaran secara terbimbing.

Setelah kesalahan diperoleh, selanjutnya jaringan melewati turunan-turunan dari kesalahan ke lapisan tersembunyi menggunakan sambungan terbobot yang masih belum diubah nilainya. Karena adanya perambatan balik kesalahan-kesalahan inilah maka Jaringan Saraf Tiruan ini dinamakan sebagai jaringan saraf tiruan *Backpropagation*.

Setiap simpul pada lapisan tersembunyi menghitung jumlah terbobot dari kesalahan yang telah dipropagasikan balik untuk menghitung sumbangan tidak langsungnya kepada kesalahan keluaran yang telah diketahui. Setelah masing-masing simpul pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran menemukan besarnya kesalahan, simpul-simpul tersebut akan mengubah bobot-bobotnya untuk mengurangi kesalahan tersebut. Perubahan bobot ditujukan untuk meminimalkan jumlah kesalahan kuadrat jaringan. Oleh sebab inilah, algoritma *Backpropagation* dikatakan sebagai suatu prosedur untuk mendapatkan paket bobot yang meminimalkan jumlah kuadrat kesalahan. Jumlah kuadrat kesalahan akan semakin mengecil dengan berjalannya waktu dan iterasi yang dilakukan oleh jaringan tersebut.

b. Arsitektur *Backpropagation*

Arsitektur jaringan *Backpropagation* berupa jaringan *feedforward* banyak lapis dengan satu atau lebih lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi lebih dari satu mungkin akan bermanfaat dalam beberapa aplikasi, tetapi satu lapisan tersembunyi biasanya sudah cukup. *Output unit* dan *hidden unit* dapat memiliki bias. Bias bekerja seperti bobot pada hubungan dari suatu unit dengan aktivasi yang konstan 1.



Gambar 6. Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* Dengan 1 Lapisan

Pada gambar 6 menunjukkan arah sinyal pada fase *feedforward*. Selama operasi fase pelatihan *Backpropagation* (perambatan balik), sinyal-sinyal kesalahan dikirim dalam arah sebaliknya.

c. Algoritma Pembelajaran dan Pelatihan *Backpropagation*

Pembelajaran atau pelatihan dari jaringan saraf tiruan *Backpropagation* terdiri dari tiga tahap, yaitu fase *feedforward* (umpan maju) dari pola input pelatihan, penghitungan dan propagasi balik kesalahan (*error*), dan pembaharuan atau penyesuaian bobot.

Penjelasan dari ketiga tahap tersebut adalah sebagai berikut :

1) Selama tahap *feedforward*

Setiap unit masukan (X_i) menerima sinyal masukan dan mengirimkan sinyal ini ke setiap unit tersembunyi (Z_1, \dots, Z_p). Kemudian setiap unit tersembunyi menghitung aktivasinya dan mengirimkan sinyalnya (z_j) ke setiap unit keluaran. Setiap unit keluaran (Y_k) menghitung aktivasinya (y_k) untuk menghasilkan respon pada jaringan atas pola masukan yang telah diberikan.

2) Selama tahap *Backpropagation*

Setiap unit keluaran membandingkan aktivasinya (y_k) dengan nilai targetnya (t_k) untuk menentukan kesalahan (*error*). Dari kesalahan ini, dihitung faktor δ_k ($k = 1, \dots, m$). Faktor δ_k digunakan untuk mendistribusikan kesalahan pada unit keluaran Y_k kembali ke semua unit di lapisan sebelumnya (unit-unit tersembunyi yang terhubung dengan Y_k). Faktor δ_k juga digunakan untuk memperbaharui bobot (pada tahap selanjutnya) antara lapisan keluaran dan lapisan tersembunyi.

Dengan cara yang sama, faktor δ_j ($j = 1, \dots, p$) dihitung untuk setiap unit tersembunyi Z_j . Tidak penting mempropagasi balik kesalahan ke lapisan masukan, tetapi faktor δ_j digunakan untuk memperbaharui bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan masukan.

3) *Pembaharuan atau penyesuaian bobot*

Setelah semua faktor δ ditentukan, bobot untuk semua lapisan diperbaharui secara simultan. Pembaharuan bobot w_{jk} (dari unit tersembunyi Z_j ke unit keluaran Y_k) berdasarkan faktor δ_k dan aktivasi z_j dari unit tersembunyi Z_j . Pembaharuan

bobot v_{ij} (dari unit masukan X_i ke unit tersembunyi Z_j) berdasarkan faktor δ_j dan aktivasi x_i dari unit masukan.

Menurut Hagan (1996) yang dikutip oleh Christanti (2003) metode pembelajaran *Backpropagation* menggunakan indeks performansi kesalahan kuadrat rata-rata atau *Mean Square Error*. Kesalahan kuadrat rata-rata dapat diperoleh dari :

- 1) Kesalahan kuadrat dibagi dengan jumlah komponen keluaran.
- 2) Kesalahan kuadrat total dibagi dengan jumlah data pelatihan.

d. Tatanama Algoritma *Backpropagation*

Tatanama yang digunakan dalam algoritma *Backpropagation* adalah :

x Masukan vektor pelatihan

$$x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$$

t Keluaran vektor target

$$t = (t_1, \dots, t_k, \dots, t_m)$$

δ_k Nilai bobot koreksi kesalahan penyesuaian untuk w_{jk} yang merupakan kesalahan pada unit output Y_k , juga sebagai informasi kesalahan pada unit Y_k yang melakukan perambatan balik ke unit tersembunyi yang merupakan umpan pada unit Y_k

δ_j Nilai bobot koreksi kesalahan penyesuaian untuk v_{ij} yang merupakan informasi kesalahan *Backpropagation* dari lapis keluaran menuju ke unit tersembunyi Z_j

α Laju belajar

X_i Masukan unit i :

Untuk sebuah unit masukan, sinyal masukan dan keluaran adalah sama, dengan nama x_i

v_{0j} Bias pada unit tersembunyi j

Z_j Unit tersembunyi j :

Masukan ke Z_j , dinotasikan dengan z_in_j

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_i x_i v_{ij}$$

Sinyal keluaran (aktivasi) dari Z_j dinotasikan z_j

$$z_j = f(z_in_j)$$

w_{0k} Bias pada unit keluaran k

Y_k Keluaran unit k :

Masukan ke Y_k , dinotasikan dengan y_in_k

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_j z_j w_{jk}$$

Sinyal keluaran (aktivasi) dari Y_k dinotasikan y_k

$$y_k = f(y_in_k)$$

e. Fungsi Aktivasi pada *Backpropagation*

Fungsi aktivasi untuk jaringan saraf tiruan *Backpropagation* harus memiliki beberapa karakteristik penting, yaitu kontinyu, dapat dideferensialkan, dan monoton tanpa penurunan. Fungsi aktivasi biasanya digunakan untuk mencari nilai asimtot maksimum dan minimum. Fungsi aktivasi yang biasa digunakan untuk jaringan *Backpropagation* adalah fungsi *sigmoid biner* dan fungsi *sigmoid bipolar*. Di mana fungsi *sigmoid biner* memiliki jangkauan antara 0 dan 1, sedangkan fungsi *sigmoid bipolar* memiliki jangkauan antara -1 dan 1.

f. Inisialisasi Bobot dan Bias

Penentuan inisialisasi bobot akan mempengaruhi pencapaian *error* terkecil jaringan secara keseluruhan. Pembaharuan bobot antara dua unit tergantung pada turunan fungsi aktivasi unit di atasnya dan turunan fungsi aktivasi unit di bawahnya. Oleh karena itu, perlu dihindari penentuan bobot awal yang akan membuat turunan fungsi aktivasi bernilai nol.

Nilai untuk bobot awal tidak boleh terlalu besar karena akan menyebabkan sinyal awal masukan ke masing-masing unit tersembunyi atau ke unit keluaran akan seperti jatuh ke daerah di mana turunan fungsi *sigmoid* mempunyai nilai yang sangat kecil. Sebaliknya, jika nilai bobot awal terlalu kecil akan menyebabkan masukan jaringan ke unit tersembunyi atau ke unit keluaran akan mendekati nilai nol, yang mana juga akan menyebabkan pembelajaran menjadi lambat.

Prosedur yang biasa digunakan untuk inisialisasi bobot (dan bias) adalah menginisialisasi bobot (dan bias) dengan nilai random antara -0.5 sampai 0.5 (atau antara -1 sampai 1, atau interval lainnya yang sesuai) (Fausett, 1994).

g. Prosedur Pembaharuan Bobot

Pada jaringan *Backpropagation*, terdapat beberapa alternatif untuk melakukan pembaharuan bobot, di antaranya adalah pembaharuan bobot standar, pembaharuan bobot dengan *momentum*, dan pembaharuan bobot dengan *delta-bar-delta*. Karena pada penelitian ini menggunakan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dengan

momentum, maka di sini hanya akan diuraikan mengenai pembaharuan bobot dengan *momentum*.

Pada *Backpropagation* dengan *momentum*, perubahan bobot berada pada kombinasi gradien sekarang dan gradien sebelumnya. Dalam hal ini, digunakan laju pembelajaran yang kecil untuk menghindari gangguan pembelajaran ketika sepasang pola pembelajaran yang tidak biasa diberikan.

Dalam proses pembelajaran, kekonvergenan akan lebih cepat dicapai jika *momentum* ditambahkan pada rumus pembaharuan bobot. Untuk menggunakan *momentum*, bobot (pembaharuan bobot) dari satu atau lebih pola pembelajaran sebelumnya harus disimpan. Sebagai contoh, bentuk paling sederhana dari *Backpropagation* dengan *momentum*, bobot baru untuk langkah pembelajaran $(t + 1)$ berdasarkan bobot pada langkah pembelajaran (t) dan $(t - 1)$. Perumusan matematis untuk *Backpropagation* dengan *momentum* adalah :

$$w_{jk}(t+1) = w_{jk}(t) + \alpha \delta_k z_j + \mu [w_{jk}(t) - w_{jk}(t-1)]$$

atau

$$\Delta w_{jk}(t+1) = \alpha \delta_k z_j + \mu \Delta w_{jk}(t)$$

dan

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + \alpha \delta_j x_i + \mu [v_{ij}(t) - v_{ij}(t-1)]$$

atau

$$\Delta v_{ij}(t+1) = \alpha \delta_j x_i + \mu \Delta v_{ij}(t)$$

di mana parameter *momentum* μ dibatasi pada jangkauan 0 sampai 1.

h. Algoritma Pelatihan *Backpropagation*

Berikut ini adalah algoritma belajar *Backpropagation* dengan *momentum* :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot (dengan nilai acak kecil).

Langkah 1 : Selama kondisi berhenti bernilai salah, kerjakan langkah 2 – 9.

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, lakukan langkah 3 – 8.

Feedforward :

Langkah 3 : Setiap unit masukan ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal masukan x_i dan mengirimkan ke semua unit di lapisan tersembunyi.

Langkah 4 : Setiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan sinyal bobot masukannya,

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluarannya,

$$z_j = f(z_in_j)$$

dan kirim sinyal ke semua unit di lapisan atasnya (lapisan keluaran).

Langkah 5 : Setiap unit keluaran ($Y_k, k = 1, \dots, m$) menjumlahkan sinyal bobot masukannya,

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

dan gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluarannya,

$$y_k = f(y_{in_k})$$

Kesalahan Backpropagation :

Langkah 6 : Setiap unit keluaran ($Y_k, k = 1, \dots, m$) menerima pola target yang berhubungan dengan pola masukan pelatihan, hitung informasi kesalahan,

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$$

menghitung korcksi bobot

$$\alpha \delta_k z_j$$

menghitung koreksi bias

$$\alpha \delta_k$$

dan mengirimkan ke unit-unit di lapisan bawahnya.

Langkah 7 : Setiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan delta masukannya,

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

kalikan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi kesalahan,

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j})$$

menghitung koreksi bobot,

$$\alpha \delta_j x_i$$

menghitung koreksi bias

$$\alpha \delta_j$$

Perbaharui bobot dan bias :

Langkah 8 : Setiap unit keluaran (Y_k , $k = 1, \dots, m$) memperbaharui bias dan bobot ($j = 0, \dots, p$) :

$$w_{jk}(t+1) = w_{jk}(t) + \alpha \delta_k z_j + \mu [w_{jk}(t) - w_{jk}(t-1)]$$

Setiap unit tersembunyi (Z_j , $j = 1, \dots, p$) memperbaharui bias dan bobot ($i = 0, \dots, n$) :

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + \alpha \delta_j x_i + \mu [v_{ij}(t) - v_{ij}(t-1)]$$

Langkah 9 : Tes kondisi berhenti.

Suatu jangka waktu yang disebut *epoch* adalah satu set putaran vektor-vektor pelatihan. Biasanya, beberapa *epoch* diperlukan untuk pelatihan sebuah jaringan saraf tiruan *backpropagation* sehingga kesalahan mendekati nol.

i. Algoritma Pengujian *Backpropagation*

Setelah proses pelatihan, jaringan saraf *backpropagation* diaplikasikan hanya dengan fase *feedforward* dari algoritma pembelajaran. Prosedur aplikasinya adalah sebagai berikut :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot (dengan algoritma pembelajaran).

Langkah 1 : Untuk setiap vektor masukan, kerjakan langkah 2 – 4.

Langkah 2 : Untuk $i = 1, \dots, n$: set aktivasi dari unit masukan x_i

Langkah 3 : Untuk $j = 1, \dots, p$:

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

$$z_j = f(z_in_j)$$

Langkah 4 : Untuk $k = 1, \dots, m$:

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

$$y_k = f(y_in_k)$$

8. Penerapan Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan

Menurut Russell (2005) bahwa kekuatan dan kegunaan jaringan saraf tiruan sudah banyak diimplementasikan untuk membantu kegiatan operasional manusia, misalnya aplikasi pengenalan suara, pengenalan gambar, diagnosis penyakit, pengenalan pola majemuk, sinyal processing, pengontrolan robot, prediksi keuangan, hingga berbagai permasalahan yang rumit sekalipun dapat dipecahkan secara simultan.

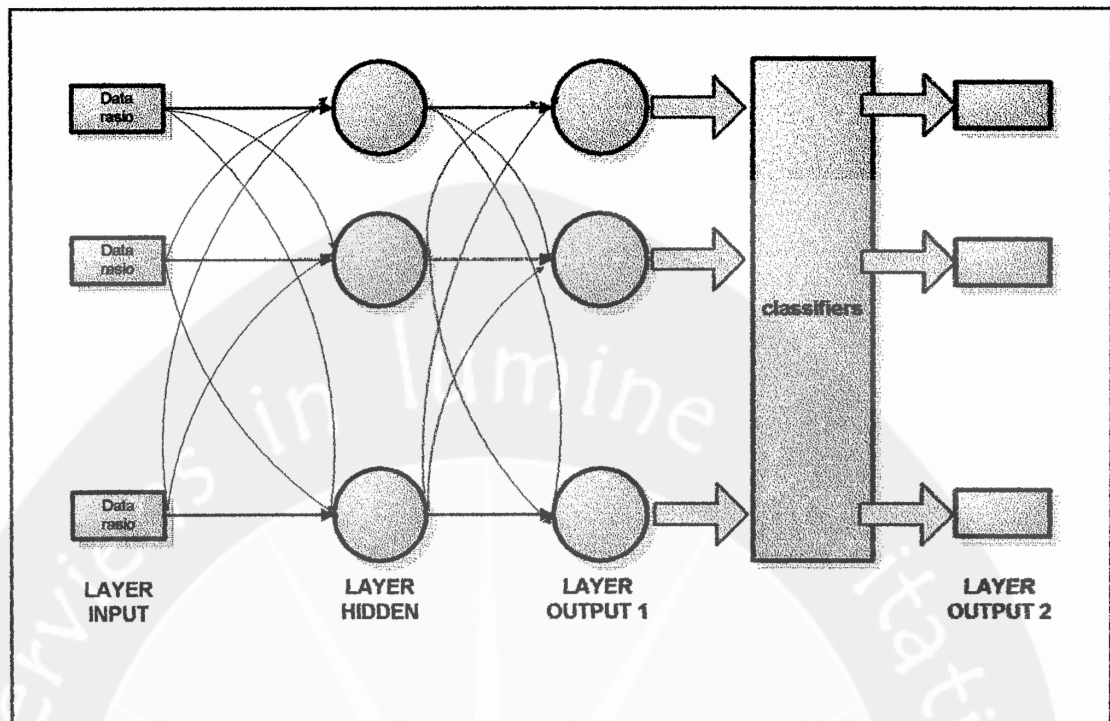
Pengembangan aplikasi jaringan saraf tiruan sudah banyak digunakan di berbagai perusahaan besar, misalnya saja perusahaan Ford yang memproduksi mobil dan komponen suku cadang mobil ini mengembangkan sistem jaringan saraf tiruan

untuk mendiagnosa kegagalan mesin pada saat proses produksi, sehingga teknisi bisa menganalisis dan memperbaiki kesalahan yang terjadi berdasarkan data keluaran dari sistem tersebut.

Perusahaan pesawat Boeing mengembangkan sistem jaringan saraf tiruan untuk mengidentifikasi komponen suku cadang pesawat yang sudah dirancang dan yang sudah diproduksi, tujuannya untuk membantu di dalam membuat suku cadang baru. Dengan begitu bisa menghemat waktu dan biaya dalam proses produksi.

B. Perspektif Perancangan Sistem

Hasil akhir pengembangan jaringan saraf tiruan yang dibuat berupa aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk menilai tingkat kesehatan bank dengan mengakomodasi beberapa rasio kesehatan sebagai data masukan. Jaringan saraf tiruan dengan *Backpropagation momentum* yang digunakan memiliki 3 lapis, yaitu lapisan masukan, 1 lapisan dalam (*hidden layer*), dan 1 lapisan keluaran. Lapisan masukan terdiri dari data tujuh rasio keuangan. Jumlah lapisan dalam ke -1 memiliki 7 sel. Sedangkan lapisan keluaran nantinya diperoleh variabel final (total dari keseluruhan jumlah variabel rasio) yang kemudian diterjemahkan ke dalam kriteria predikat bank, seperti yang terlihat pada gambar 7.

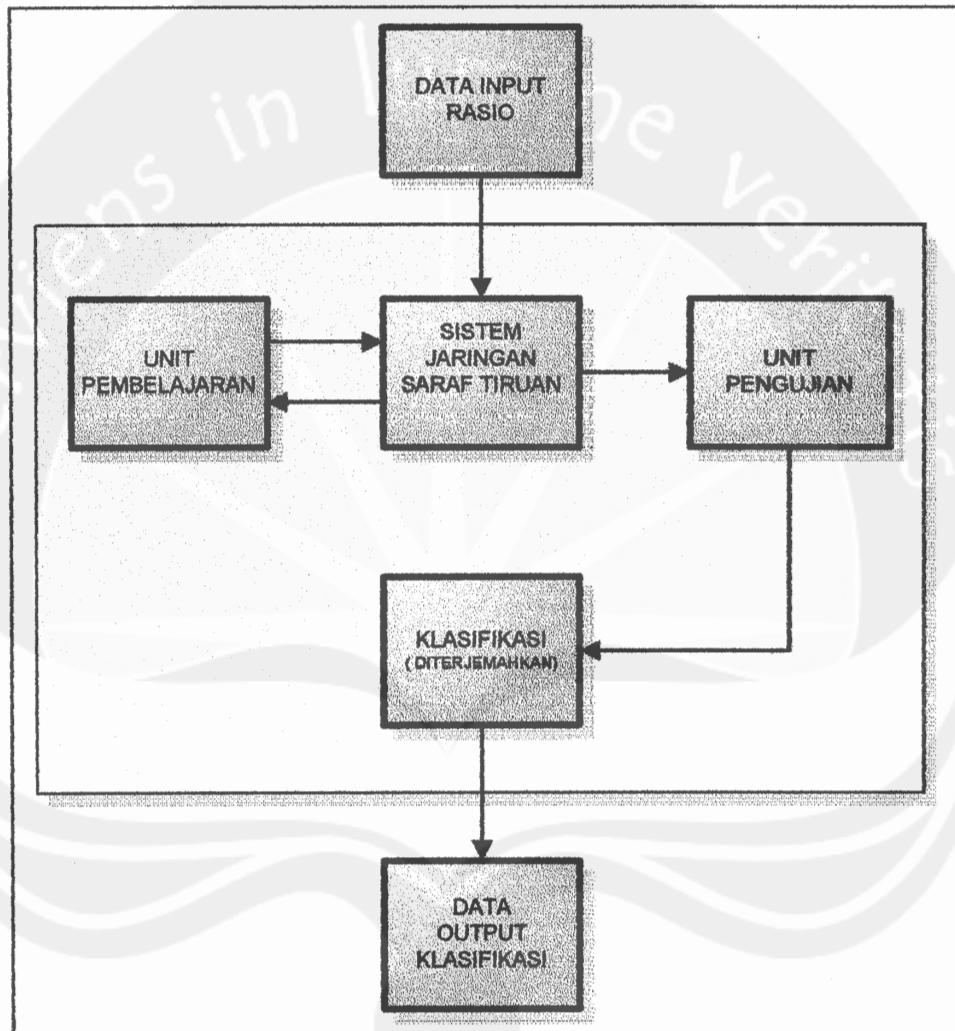


Gambar 7. perspektif perancangan sistem

Untuk matrik bobot rasio secara implisit ditentukan oleh sistem, bukan ditentukan oleh masukan pengguna. Oleh karena itu sistem perangkat lunak ini disebut sebagai sistem yang terbimbing. Program ini sebenarnya melakukan eksplorasi dengan pembelajarannya yang selalu kontinu untuk mendapatkan nilai bobot yang tepat dan sesuai. Jadi ada kemungkinan sangat besar, nilai bobot rasio pada sistem perangkat lunak ini berbeda jauh dengan nilai bobot yang sudah ada.

C. Mekanisme kerja sistem jaringan saraf tiruan

Jaringan saraf tiruan adalah suatu sistem pengolah informasi yang diadaptasi dari kemampuan otak manusia dalam mengolah informasi. Secara umum, blok diagram mekanisme kerja jaringan sarat tiruan ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. blok diagram mekanisme kerja sistem

Pada gambar 8 menjelaskan secara garis besar mekanisme kerja sistem jaringan saraf tiruan. Pada langkah pertama yang diinputkan adalah data variabel kriteria kesehatan bank sesuai dengan aturan bank (lihat pada tabel 5)

Tabel 5 Format Input Kriteria Penilaian

Nilai kredit	Predikat
>81	Sehat
$66 < x < 81$	Cukup Sehat
$51 < x < 66$	Kurang Sehat
< 51	Tidak Sehat

Dari setiap variabel yang sudah diinputkan, dilakukan fungsi pembelajaran (*training*) ke dalam sistem jaringan saraf tiruan, dimana proses yang terjadi harus melewati lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Akhir dari proses pembelajaran didapatkan matrik bobot jaringan yang nantinya digunakan didalam unit pengujian (*testing*).

Pada proses selanjutnya yaitu unit pengujian (*testing*), dilakukan penginputan tujuh data rasio keuangan. Proses yang terjadi disini adalah penentuan nilai rasio yang didapat dari pengalian bobot rasio dan standar penilaian (keduanya sudah ditentukan sebagai *parameter setting*), kemudian dilakukan proses pengujian *backpropagation* bersama dengan matrik bobot. Dari hasil output yang didapat (dalam bentuk variabel) ,kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk predikat (sehat; kurang sehat; cukup sehat; tidak sehat).