

RAMBATAN BALIK: SATU ALTERNATIF TERHADAP PENGKELASAN KEBERUNTUNGAN SYARIKAT

NORISZURA HJ. ISMAIL
SAIFUL HAFIZAH HJ. JAAMAN
SITI MARIYAM HJ. SHAMSUDDIN
NORIZA MAJID

ABSTRAK

Kertas kerja ini bertujuan meramal dan membezakan syarikat yang untung atau rugi menggunakan kaedah regresi linear berbilang. Kebiasaannya, analisis keberuntungan digunakan untuk mengetahui kecekapan prestasi keuntungan syarikat secara terperinci. Perbandingan terhadap kaedah rambatan balik dan kaedah regresi linear berbilang untuk menganalisis keberuntungan syarikat juga dilakukan. Kedua-dua kaedah ini menggunakan data syarikat yang sama dan ianya diambil daripada syarikat yang tersenarai di Bursa Saham Kuala Lumpur.

ABSTRACT

This paper aims to forecast and differentiate companies that are either making a profit or incurring a loss using the multiple linear regression method. Ratios to determine profitability of a company are used as data on 100 companies listed in the Kuala Lumpur Stock Exchange. A comparison will be made using a back-propagation model and multiple linear regression method.

PENGENALAN

Dalam era ledakan teknologi maklumat, pelaburan merupakan suatu cabang kewangan yang semakin mendapat perhatian masyarakat Malaysia. Kewujudan pelbagai bentuk pelaburan sama ada pelaburan aset nyata, pelaburan ekuiti, pelaburan hutang, pelaburan pasaran hadapan mahupun pelaburan pasaran terbitan semuanya berjaya menarik minat ramai.

Masyarakat kini tidak canggung lagi memperkatakan soal pulangan dan risiko. Organisasi yang mereka dan menerbit pelbagai jenis instrumen kewangan

bertujuan mendapat dana bagi memperluaskan aktiviti dagangan demi menjadi ketua pasaran dalam industri masing-masing. Bagi sesebuah negara, peningkatan setiap pasaran mencerminkan perkembangan ekonomi dalam menuju ke dimensi negara yang maju. Pelabur pula memastikan bahawa objektif untuk memaksimumkan pulangan dengan memegang risiko yang sekecil mungkin tercapai supaya menjadi lebih lega dan selesa dalam tempoh masa yang paling singkat.

ANALISIS KEBERUNTUNGAN

Woelfel (1990) mentafsirkan keberuntungan sebagai keupayaan syarikat mencipta keuntungan. Prestasi operasi menunjukkan hasil aktiviti menjana keuntungan sesebuah syarikat. Untung bersih merupakan satu-satunya ukuran keberuntungan yang paling signifikan. Kedua-dua pelabur dan pemberi hutang mementingkan penilaian prospektif keberuntungan semasa dan masa hadapan syarikat kerana nisbah ini menggambarkan pulangan yang bakal mereka terima sama ada dalam bentuk dividen mahupun faedah.

Menurut Van Horne (1986), konsep keberuntungan menjelaskan hubungan keuntungan atau kerugian syarikat dengan butiran kewangan syarikat yang lain. Melalui nisbah keberuntungan, kecekapan prestasi keuntungan syarikat secara terperinci dapat diketahui. Kebanyakan data yang diperlukan dalam pengiraan nisbah keberuntungan didapati daripada penyata pendapatan.

Kajian menggunakan lima nisbah keberuntungan syarikat yang diterbitkan oleh BSKL iaitu:

- * **Margin Keuntungan.** Nisbah ini menunjukkan jumlah sumbangan yang diperolehi daripada setiap ringgit jualan syarikat.
- * **Pulangan Aset.** Nisbah ini menggambarkan kecekapan pihak pengurusan menggembleng aset untuk menjana pendapatan.
- * **Pulangan Atas Ekuiti.** Nisbah ini menunjukkan kejayaan atau kegagalan pengurusan dalam memaksimumkan kekayaan pemegang saham
- * **Perolehan Sesaham** digunakan secara meluas dalam menilai prestasi operasi sebuah syarikat. Daripada nisbah ini, pemegang saham mengetahui sumbangan keuntungan yang diperolehinya untuk satu unit saham yang dipegang.

* **Lindungan Masa.** Nisbah ini melihat keupayaan untung bersih syarikat melindungi belanja faedah. Nisbah ini penting kerana faedah merupakan satu bentuk tanggungjawab yang harus dipenuhi oleh syarikat. Hanya setelah faedah dibayar, barulah pemegang saham dapat berkongsi keuntungan syarikat dalam bentuk pengagihan dividen.

Prestasi keuntungan yang baik bermakna kuasa perolehan adalah baik dan ini digambarkan oleh harga saham syarikat yang positif dan meningkat di pasaran. Persepsi positif terhadap saham syarikat di pasaran akan memberi pemegang saham peluang yang cerah untuk mendapat pulangan dalam bentuk laba modal yang tinggi disebabkan oleh kenaikan harga saham.

Punca kelemahan harus dicari jika didapati nisbah adalah rendah. Antara punca nisbah rendah adalah kemungkinan disebabkan syarikat tidak mempunyai modal yang cukup untuk menampung beberapa aktiviti niaga dalam satu masa, keluaran atau perkhidmatan yang ditawarkan oleh syarikat sudah dalam tahap usang serta tidak diminati lagi oleh pengguna, penggunaan aset yang tidak berkesan serta mengimplementasi strategi pembiayaan projek melalui hutang yang tinggi menyebabkan syarikat terpaksa menanggung pembayaran faedah yang tinggi. Nisbah keberuntungan yang rendah memberi gambaran kuasa perolehan yang rendah dan ini sudah tentu tidak disukai oleh pelabur kerana pulangan yang dihasilkan adalah rendah atau kemungkinan negatif.

Terdapat banyak kajian terdahulu yang telah dijalankan bagi mengenal pasti antara syarikat yang bermasalah dengan syarikat yang sihat. Antaranya adalah *Peramalan Kebangkrupan Syarikat* oleh Altman (1968) dengan menggunakan *Analisis Diskriminan Pelbagai*. Williams & Goodman (1971), Sinkey (1975) dan Altman *et al.* (1977) juga telah menjalankan kajian yang serupa tetapi faktor seperti operasi syarikat yang dinamik dan perubahan faktor ekonomi telah tidak dipertimbangkan. Kemudian, Santomero & Vinso (1977) dan Vinso (1979) telah menggunakan *Model Teori Kemusnahan* bagi mengkaitkan aspek prospek aliran tunai yang dinamik bagi menilai kebolehdajian ketidaksolvenan bank. Walau bagaimanapun, terdapat masalah matematik dalam pembangunan teori ini yang menyebabkan keputusan atau hasil yang diperolehi sukar untuk diimplementasi secara praktikal (Brockett *et al.*, 1994).

REGRESI LINEAR BERBILANG

Menurut Abdullah (1994), analisis regresi merupakan kaedah statistik yang digunakan untuk mengkaji hubungan antara pemboleh ubah. Di samping memperihalkan hubungan ini, analisis regresi juga dapat digunakan untuk meramal nilai pemboleh ubah yang menjadi perhatian. Pemboleh ubah boleh dikategorikan kepada dua jenis, iaitu pemboleh ubah bersandar (sambutan, kesudahan) yang dipanggil Y dan pemboleh ubah tak bersandar (stimulus, penerang, peramal, pregresi) yang dipanggil X. Pemboleh ubah ini biasanya mewakili data yang dicerap. Ringkasnya, analisis regresi memperihalkan tingkah laku pemboleh ubah bersandar apabila diberikan nilai pemboleh ubah tak bersandar.

Model regresi yang berbentuk umum ialah (McCullagh & Nelder, 1989),

$$\eta = \sum_{i=0}^N \beta_i \chi_i$$

dengan,

$$\begin{aligned} \eta &= h(\eta) \\ E(Y) &= \mu \end{aligned}$$

Di sini, $h(\cdot)$ adalah fungsi berpaut, β_0 ialah pintasan, β_i (untuk $i=1,2,\dots,N$) ialah pekali, dan N ialah bilangan pemboleh ubah tak bersandar. Model ini mempunyai tiga komponen. Ketiga-tiga komponen ini ialah :

- a. Komponen rawak untuk sambutan pemboleh ubah Y, dengan min μ dan varians σ^2 .
- b. Komponen sistematik yang menghubungkan X_i dengan peramal linear,

$$\eta = \sum_{i=0}^N \beta_i \chi_i$$

- c. Fungsi berpaut yang menghubungkan min dengan peramal linear,

$$\eta = h(\mu)$$

Model linear berbentuk umum akan menjadi regresi linear berbilang jika komponen rawak mempunyai taburan normal dengan min kosong dan varians σ^2 dan fungsi berpaut $h(\cdot)$ dispesifikasikan sebagai fungsi identiti. Model regresi linear berbilang ini ialah,

$$Y_p = \beta_0 + \sum_{i=0}^N \beta_i \chi_{pi} + \varepsilon_p$$

dengan,

$$\varepsilon_p \approx N(0, \sigma^2)$$

dan ε adalah raja.

Objektif masalah regresi ialah untuk mencari pekali β_i (untuk $i=0,1,2,\dots,N$) yang meminima jumlah kuasa-dua ralat iaitu,

$$E = \sum_{p=1}^n \left(Y_p - \sum_{i=0}^N \beta_i \chi_{ip} \right)^2$$

dengan p ialah bilangan data yang dicerap.

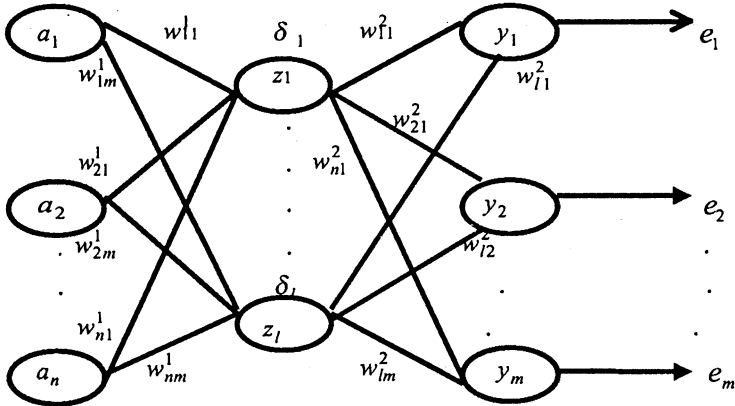
RAMBATAN BALIK

Rangkaian neural pula adalah suatu teknologi yang membolehkan komputer mempelajari atau melakukan pemprosesan berdasarkan kepada data atau pengalaman yang diterima. Maklumat ini boleh membantu memberikan satu penyelesaian yang dikehendaki seperti di dalam masalah pengkelasan, fungsi anggaran, peramalan, dan kemampuan data. Suatu rangkaian neural terdiri daripada sebilangan nod atau unit yang dihubungkan antara satu sama lain. Setiap hubungan mempunyai pemberat tersendiri. Pembelajaran pada rangkaian dilakukan dengan sentiasa mengemaskini nilai pemberat. Pemberat akan sentiasa dilaraskan supaya kelakuan input dan output pada rangkaian lebih hampir dengan prasarana yang memberikan nilai input tersebut.

Pembelajaran rambatan balik merupakan salah satu operasi pembelajaran yang paling popular dalam rangkaian neural. Pembelajaran seumpama ini telah berjaya dilaksanakan dalam pelbagai masalah dan bidang. Prosedur ini mengubahsuai talian berpemberat pada rangkaian supaya dapat meminimumkan ukuran perbezaan antara vektor output sebenar dan vektor output sasaran. Operasi rambatan balik digambarkan pada rajah di bawah (Rajah 1). Nilai ralat δ dihitung untuk elemen pemprosesan aras tersembunyi dan nilai ralat e dihitung untuk elemen pemprosesan aras output. Perubahan pemberat pada talian diubahsuai bagi mendapat ukuran ralat yang minima. Operasi pengubahsuaian pemberat

bermula pada aras output dan berundur kepada aras tersembunyi sebelum menuju kepada aras input. Operasi pembetulan ralat berlaku selepas pola data latihan berada di aras input dan operasi rambatan ke depan sempurna dilaksanakan.

Rajah 1
Rangkaian Rambatan Balik



Rajah 1 : Rangkaian Rambatan Balik

Setiap elemen pemprosesan pada aras output menghasilkan satu nilai nyata yang kemudiannya dibandingkan dengan output sasaran sebagaimana diwakilkan dalam set data latihan. Berdasarkan perbezaan ini, nilai ralat dihitung bagi setiap elemen pemprosesan pada aras output. Kemudian pemberat diselaraskan untuk semua talian yang menuju ke aras output. Nilai ralat dihitung juga bagi semua elemen pemprosesan pada aras tersembunyi dengan pemberat diselaraskan untuk semua talian yang menuju ke aras tersebut. Operasi ini berterusan sehingga nilai pemberat mencapai nilai yang optimum dan perbezaan ralat yang wujud di antara aras tersembunyi dan aras output adalah terkecil (Darus & Samsuddin,1998).

Dalam regresi, untuk mencari pekali β_i (untuk $i=0,1,2,\dots,N$) kita mesti mempunyai sebuah set data yang mengandungi pemboleh ubah tak bersandar X_i (untuk $i=1,2,\dots,N$), dan nilai berkait yang diketahui untuk pemboleh ubah bersandar Y . Manakala pada rangkaian neural, set data dan nilai berkait ini adalah sepadan dengan set data latihan bila menggunakan kaedah rambatan balik.

Masalah menentukan pekali β_i dalam regresi boleh disesuaikan dengan menggunakan rangkaian suap ke depan satu aras pada rangkaian neural. Pemboleh ubah tak bersandar akan bertindak sebagai input manakala pemboleh

ubah bersandar pula sebagai output. Selaras dengan ini, pekali β_i pula akan bertindak sebagai pemberat. Pemberat ini boleh dicari dengan menggunakan operasi rambatan balik yang meminimakan fungsi kos (Warner & Misra, 1996).

SKOP DAN METODOLOGI KAJIAN

Kertas kerja ini bertujuan untuk membezakan syarikat yang untung dengan syarikat yang rugi dari segi analisis keberuntungan syarikat dengan menggunakan kaedah regresi linear berbilang. Kaedah ini dibandingkan dengan kaedah rambatan balik untuk mendapatkan kesimpulan yang baik bagi menganalisis keberuntungan syarikat-syarikat ini. Skop kajian adalah syarikat yang tersenarai di Bursa Saham Kuala Lumpur (*KLSE Handbook*, 1985-1996). Model regresi yang dipilih adalah :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \varepsilon$$

dengan,

β_0 = pintasan

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ = pekali regresi

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ = pemboleh ubah tak bersandar

Y = pemboleh ubah bersandar

ε = reja

Menurut Jaaman *et al.* (1996), dengan menggunakan rambatan balik, sebanyak 5 jenis nisbah yang mengukur keberuntungan syarikat diambil bagi tempoh tiga tahun berturut-turut untuk 100 buah syarikat. Dalam aspek pemilihan syarikat, sebanyak 50 buah syarikat dipilih mewakili syarikat yang mempunyai tahap keberuntungan yang positif dan selebihnya mewakili syarikat yang mempunyai tahap keberuntungan yang negatif. Selepas pemilihan dilakukan, kedua-dua jenis syarikat diadun semula dan dibahagikan pula kepada dua kumpulan yang mengandungi syarikat yang menunjukkan prestasi positif dan prestasi negatif dengan jumlah yang sama. Ini bertujuan untuk menjadikan satu kumpulan sebagai set data latihan kepada model rambatan balik sementara kumpulan kedua digunakan sebagai set ujian ketepatan bagi model peramalan yang telah dilatih.

Di dalam kajian ini, model rambatan balik yang digunakan terdiri daripada aras input yang mempunyai 15 nod. Setiap nod mewakili nisbah keberuntungan syarikat yang berbeza untuk tempoh tiga tahun berturut-turut (Jadual 1). Aras output pula terdiri daripada 1 nod yang memberi keputusan sama ada sesebuah syarikat itu adalah sihat atau tidak sihat dari segi analisis keberuntungan. Penggunaan rambatan balik bagi kajian ini dilaksanakan dengan membangunkan aturcara lengkap bagi tujuan di atas.

Jadual 1

Pewakilan Nod Input Dengan x Adalah Pembolehubah ($1985 \leq x \leq 1995$)

Elemen Pemprosesan	Pewakilan no input - nisbah kewangan
I1	Pulangan atas dana pemegang-saham bagi tahun kewangan x
I2	Pulangan atas dana pemegang-saham bagi tahun kewangan $(x - 1)$
I3	Pulangan atas dana pemegang-saham bagi tahun kewangan $(x-2)$
I4	Perolehan sesaham bagi tahun kewangan x
I5	Perolehan sesaham bagi tahun kewangan $(x - 1)$
I6	Perolehan sesaham bagi tahun kewangan $(x - 2)$
I7	Lindungan Masa bagi tahun kewangan x
I8	Lindungan Masa bagi tahun kewangan $(x - 1)$
I9	Lindungan Masa bagi tahun kewangan $(x - 2)$
I10	Margin keuntungan kasar bagi tahun kewangan x
I11	Margin keuntungan kasar bagi tahun kewangan $(x - 1)$
I12	Margin keuntungan kasar bagi tahun kewangan $(x - 2)$
I13	Pulangan atas aset bagi tahun kewangan x
I14	Pulangan atas aset bagi tahun kewangan $(x - 1)$
I15	Pulangan atas aset bagi tahun kewangan $(x - 2)$

Dengan menggunakan kaedah regresi linear berbilang pula, sebanyak 99 buah syarikat dari senarai yang sama seperti di dalam kajian kaedah rambatan balik digunakan. Sebanyak 49 buah syarikat adalah syarikat yang mempunyai tahap keberuntungan yang positif manakala selebihnya pula mewakili syarikat yang mempunyai tahap keberuntungan yang negatif. Syarikat-syarikat ini dibahagikan kepada dua kumpulan yang mengandungi syarikat yang menunjukkan prestasi positif dan prestasi negatif dalam jumlah yang sama. Kumpulan pertama digunakan untuk mendapatkan satu model regresi linear berbilang. Kumpulan

yang kedua pula digunakan untuk membandingkan ketepatan model regresi linear berbilang yang diperolehi.

Untuk model regresi linear berbilang ini, sebanyak tujuh pembolehubah tak bersandar digunakan. Lima daripada pemboleh ubah ini mewakili nisbah keberuntungan syarikat yang berbeza bagi satu tahun kewangan yang tertentu. Dua pembolehubah yang lain pula adalah pembolehubah penunjuk yang mewakili tahun kewangan pertama dan kedua. Pemboleh ubah bersandar pula mewakili tahap keberuntungan syarikat dan ianya memberikan nilai yang positif ataupun negatif (Jadual 2).

Jadual 2
Pewakilan Pembolehubah

Pembolehubah	Pewakilan pembolehubah
X_1	Nisbah kewangan pulangan atas dana pemegang saham
X_2	Nisbah kewangan perolehan sesaham
X_3	Nisbah kewangan lindungan masa
X_4	Nisbah kewangan margin keuntungan kasar
X_5	Nisbah kewangan pulangan atas aset
X_6	Pembolehubah penunjuk untuk tahun kewangan pertama
X_7	Pembolehubah penunjuk untuk tahun kewangan kedua
Y	Tahap keberuntungan syarikat

HASIL KAJIAN

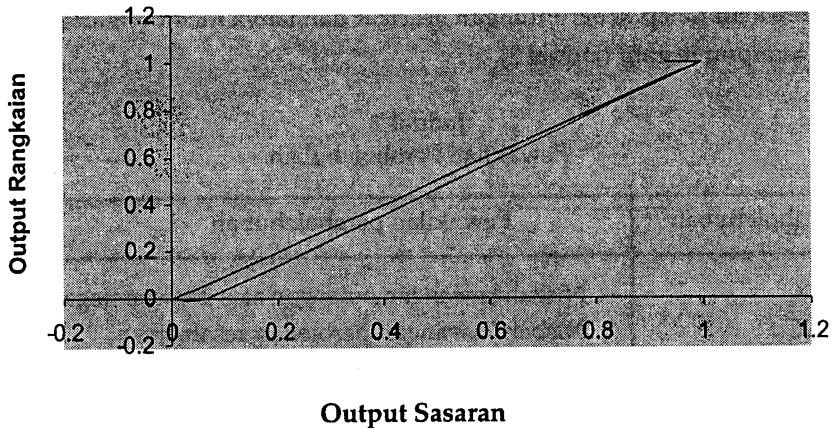
Model yang diperolehi dengan menggunakan kaedah regresi linear berbilang ialah,

$$Y = 6674 - 473X_1 - 1966X_2 + 399X_3 - 115X_4 + 97165X_5 - 5169X_6 - 2914X_7 + \epsilon.$$

Model ini memberikan nilai R^2 sebagai 0.431 dan nilai statistik F sebagai 18.316. Model ini juga telah digunakan untuk meramal tahap keberuntungan bagi 40 buah syarikat untuk tempoh tiga tahun berturut-turut. Daripada hasil kajian yang diperolehi, peratus peramalan yang benar ialah 79.1%. Berbanding dengan kaedah rangkaian rambatan balik, yang memberi peratus peramalan tahap keberuntungan

yang benar ialah 92.5% (Jaaman *et al.*, 1996) bagi bilangan syarikat yang sama. Pengkelasan terhadap keberuntungan syarikat di dalam kajian adalah berjaya, dan ini boleh dilihat pada Rajah 2, yang memberi lakaran bahawa nilai output rangkaian dan output sebenar adalah kecil.

Rajah 2
Output Rangkaian dan Output Sasaran



KESIMPULAN

Terdapat beberapa perbezaan di antara kedua-dua kaedah. Menurut Warner & Misra (1996), perbezaan di antara kedua-dua kaedah ialah, kaedah regresi linear berbilang mempunyai suatu penyelesaian berbentuk tertutup untuk pekali, manakala kaedah rambatan balik menggunakan operasi lelaran mempertingkatkan nilai pemberat. Tambahan pula, kaedah model regresi linear berbilang menggunakan satu fungsi untuk menghubungkan data. Andaian yang digunakan ialah, pemboleh ubah bersandar berhubung dengan suatu gabungan linear pemboleh ubah tak bersandar. Jika model yang diandaikan ini adalah tidak benar, ralat akan diperolehi dalam proses peramalan.

Sebagai alternatif, kita tidak perlu mengandaikan sebarang fungsi hubungan dan membiarkan data yang dicerap ini mewakili diri mereka sendiri. Ini adalah asas kepada kelebihan kaedah rambatan balik. Oleh itu, rambatan balik adalah amat berguna jika kita tidak mengetahui perhubungan berfungsi di antara pemboleh ubah bersandar dengan pemboleh ubah tak bersandar. Namun, jika kita

mengetahui sedikit sebanyak tentang perhubungan berfungsi antara kedua-dua pemboleh ubah ini, kaedah model regresi adalah lebih baik.

Selain daripada itu, rangkaian rambatan balik boleh membuat kesimpulan secara menyeluruh iaitu, ia boleh memperbetulkan data yang diproses supaya menyerupai data yang dilatih pada asalnya. Rangkaian ini juga berupaya menangani data yang tidak tepat dan lengkap. Ia juga boleh mengatasi masalah tak linear. Ini membolehkan rangkaian menceraip interaksi yang kompleks di antara pemboleh ubah pada input sistem berkaitan. Keberkesanan sistem tak linear bergantung kepada nilai input, dan hubungannya merupakan fungsi berperingkat tinggi (Jayes *et al.*, 1996).

Di dalam model regresi linear berbilang pula, kelebihan mengandaikan satu hubungan berbentuk fungsi ialah ianya membenarkan ujian hipotesis yang berbeza. Sebagai contoh, regresi membenarkan ujian terhadap fungsi hubungan dengan menguji pekali individu untuk statistik bererti. Selain daripada itu, oleh kerana model regresi adalah lebih tersarang, dua model yang berbeza boleh diuji untuk menentukan model yang lebih baik.

Sebaliknya, rangkaian rambatan balik tidak akan menunjukkan hubungan berfungsi kerana mereka telah diungkap oleh fungsi keaktifan iaitu fungsi sigmoid. Selain daripada itu, masalah lain di dalam rangkaian rambatan balik ialah untuk memilih parameter, seperti bilangan unit tersembunyi, pemberat pemula, fungsi kos, dan menentukan bila untuk menghentikan latihan. Proses untuk menentukan nilai yang sesuai bagi parameter ini sering memerlukan proses eksperimen yang menggunakan dan menilai nilai yang berbeza. Masalah yang timbul ialah jangkamasa yang diambil adalah terlalu lama, terutamanya apabila memikirkan bahawa rangkaian neural selalunya mempunyai kadar penumpuan yang perlahan.

RUJUKAN

- Abdullah, M. (1994). *Analisis Regresi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Altman, E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609.

- Altman, E.I., Haldeman, R.G. & Narayanan, P. (1977). ZETA analysis : A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance*, 1(1), 29-54.
- Brockett, P.L., Cooper, W.A., Golden, L.L. & Pitaktong, U. (1994). A neural network method for obtaining an early warning of insurer insolvency. *Journal of Risk and Insurance*, 61, 402-424.
- Bursa Saham Kuala Lumpur (1985-1996). *KLSE Handbook*.
- Darus, M. & Shamsuddin, S.M. (1998). Pengoptimuman rambatan balik terhadap analisis pelaburan saham. *Jurnal Teknologi Maklumat*, 10(1), 46 - 57.
- Jaaman, S.H., Shamsuddin, S.M., Majid, N. & Ismail, N. (1996). Analisis pelaburan saham dengan rangkaian neural. *Prosiding Simposium Kebangsaan Sains Matematik ke VII*, 369-375.
- Jayes, M.I., Jaaman, S.H., Shamsuddin, S.M., Majid, N. & Ismail, N. (1996). *Pengenalan kepada rangkaian neural (Aplikasi dalam instrumen kewangan)*, (Laporan Teknik LT23). Bangi, Selangor: Fakulti Sains Matematik, UKM.
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. London: Chapman & Hall.
- Santomero, A.A.M & Vinso, J.D. (1977). Estimating the probability of failure for commercial banks and the banking system. *Journal of Banking and Finance*, 1(2), 185-205.
- Sinkey, J. (1975). A multivariate statistical analysis of the characteristics of problem banks. *Journal of Finance*, 30(1), 21-36.
- Van Horne, J.C. (1986). *Financial Management and Policy* (7th edn.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Vinso, J.D. (1979). A determination of the risk of ruin. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 14(1), 77-100.
- Warner, B. & Misra, M. (1996). Understanding neural networks as statistical tools. *The American Statistician*, 50(4), 284-293.
- Williams, W.H. & Goodman, M.L. (1971). A statistical grouping of corporations by their financial characteristics. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 6(4), 1095-1104.
- Woelfel, C.J. (1990). *Financial Statement Analysis* (1st edn.). Tokyo, Japan: Toppan Company, Ltd.