

## Rangkaian Neural Rambat Balik Sebagai Kaedah Terbaik Penganggaran Indeks Harga Kos Bahan Binaan Projek PFI di Semenanjung Malaysia

Saadi Bin Ahmad Kamaruddin  
Jabatan Komputer dan Teoretikal Sains  
Kulliyyah Sains  
Universiti Islam Antarabangsa Malaysia  
E-mail: adi8585@yahoo.com

Nor Azura Md Ghani  
Pusat Pengajian Statistik dan Sains Keputusan  
Fakulti Sains Komputer dan Matematik  
Universiti Teknologi MARA  
E-mail: azura@tmsk.uitm.edu.my

Ahmad Ihsan Bin Mohd Yassin  
Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknologi MARA  
E-mail: ihsan.yassin@gmail.com

Norazan Mohamed Ramli  
Pusat Pengajian Statistik dan Sains Keputusan  
Fakulti Sains Komputer dan Matematik  
Universiti Teknologi MARA  
E-mail: norazan@tmsk.uitm.edu.my

### ABSTRAK

Fasa utama yang perlu diberi perhatian utama dalam program Inisiatif Kewangan Swasta di Malaysia adalah nilai untuk wang, iaitu kecekapan dan keberkesanan optimum bagi setiap perbelanjaan berjaya dicapai. Dalam kertas ini, objektif utama adalah penganggaran caj unit atau indeks harga bahan di setiap rantau di Malaysia. Di sini, matlamatnya kami adalah untuk mengetahui kaedah ramalan terbaik untuk menganggarkan indeks harga caj kesatuan bagi industri pembinaan di rantau Semenanjung Malaysia. Indeks data caj kesatuan yang digunakan adalah data bulanan dari tahun 2005 hingga 2011 bagi indeks harga pembinaan bahan-bahan yang berbeza di kawasan pantai timur, utara, tengah dan selatan Semenanjung Malaysia. Data terdiri daripada indeks-indeks harga bagi agregat, pasir, tetulang keluli, konkrit sedia bancuh, bata dan pembahagi, bahan bumbung, kemasan lantai dan dinding, siling, bahan kerja paip, lengkapan kebersihan, cat, kaca, keratan keluli dan logam, kayu dan papan lapis. Akhirnya, rangkaian neural rambatan balik dengan fungsi pemindahan linear telah didapati menghasilkan keputusan yang paling tepat dan boleh dipercayai untuk menganggarkan indeks caj harga kesatuan di seluruh kawasan Semenanjung Malaysia berdasarkan pada punca min ralat kuasa dua, iaitu nilai-nilai kedua-dua untuk anggaran dan set penilaian menghampiri sifar dan sangat ketara pada  $p < 0.01$ . Oleh itu, rangkaian neural tiruan mencukupi untuk meramlal pembinaan indeks harga bahan-bahan di rantau Semenanjung Malaysia, dan ini adalah suatu sumbangan ke arah merealisasikan wawasan negara matlamat ekonomi, sejajar dengan Bidang Ekonomi Utama Negara atau Bidang Keberhasilan Utama Negara (NKEA or NKRA).

Katakunci: Ramalan, Indeks Harga, Pembinaan, Inisiatif Kewangan Swasta, Rangkaian Neural Buatan.

### ABSTRACT

*One prominent phase of which due attention is required in the Malaysian Private Financial Initiative agenda is value for money, under which aspects like optimum efficiency and effectiveness of each expense have been well accomplished. In this paper, the main objective lies in approximating unitary charges or materials' price indices in each Malaysian territory. Here, the goal is to find out the best*

*forecasting method that can best be adopted to calculate roughly the unitary charges price indices of the construction industry in Peninsular Malaysia. The data of the unitary charges indices were monthly data from year 2005 to 2011 concerning a range of construction materials' price indices in the east coast, northern, central and southern regions of the Malaysian Peninsula. The data comprise the price indices of aggregate, sand, steel reinforcement, ready mix concrete, bricks and partition, roof material, floor and wall finishes, ceiling, plumbing materials, sanitary fittings, paint, glass, steel and metal sections, timber and plywood. The concluding part of this paper suggests that the backpropagation neural network with linear transfer function was proven to establish results that are the most accurate and dependable for estimating unitary charges price indices in this region of the Peninsula based on the Root Mean Squared Errors, where both the estimation and evaluation set values were roughly zero and highly significant at  $p < 0.01$ . Therefore, the artificial neural network is regarded as adequate for construction materials' price indices' forecast in any part of the Peninsular Malaysia, and this lends itself as a great contribution for realizing the economy-related national vision, that is harmonious with the National Key Economic Areas or National Key Result Areas (NKEA or NKRA).*

**Keywords:** Forecast, Price Indices, Construction, Private Financial Initiative, Artificial Neural Network.

## PENGENALAN

Inisiatif Kewangan Swasta (PFI) baru berkembang di Malaysia sejajar dengan matlamat kerajaan, iaitu untuk meningkatkan penyertaan sektor swasta dalam menyampaikan keunggulan perkhidmatan awam secara ketara. Faktor penyumbang yang paling penting bagi PFI adalah nilai untuk wang (VFM), yang bermaksud bahawa projek PFI dijangka untuk menawarkan dan memenuhi kepuasan pelanggan selari dengan pelaburan mereka. VFM dikenali sebagai penyatuan maksimum seluruh perbelanjaan, faedah, risiko, dan kejayaan atau faktor penyumbang untuk memenuhi keperluan pelanggan dengan hasil kualiti yang terbaik dan harga yang minimum. Justeru itu, prestasi VFM perlu dimaksimumkan bersama kesemua pelaksanaan PFI. Oleh itu, peruntukan risiko yang boleh diterima di antara sektor awam dan swasta adalah kunci untuk merealisasikan VFM dalam projek PFI. Salah satu risiko berkaitan projek utama adalah risiko reka bentuk dan risiko pembinaan yang sentiasa perlu dipindahkan di bawah projek PFI (Akintoye *et. al.*, 2003). Di bawah risiko ini, harga tetap adalah salah satu ciri-ciri utama struktur PFI dalam memindahkan risiko kepada kontraktor PFI, yang mana caj kesatuan harus dipersetujui terlebih dahulu, mencegah kontraktor daripada memindahkan lebihan kos. Oleh itu, menganggarkan harga bahan seiring dengan pembinaan PFI adalah penting dalam usaha untuk mengatasi lebihan perbelanjaan jangka panjang. Disebabkan kerja-kerja pembinaan dan penyampaian perkhidmatan adalah ikhtiar utama dalam PFI Malaysia, kami menasarkan untuk meramal indeks indeks harga bahan pembinaan di Malaysia. Adalah sangat diketahui bahawa harga kawalan simen telah dibatalkan oleh kerajaan Malaysia, bermula dari 5 Jun 2008 (Foad & Mulup, 2008). Sejak pembatalan tersebut, harga simen telah meningkat secara mendadak pada bulan Jun 2008 sebanyak 23.3% di Malaysia, manakala 6.5% di Sabah dan 5.2% di Sarawak (Foad & Mulup, 2008). Senario ini turut berlaku kepada bahan-bahan pembinaan yang lain seperti keluli, konkrit sedia bancuh, bata, agregat, pasir, bar keluli lembut pusingan, bar berbunga tegangan tinggi dan lain-lain. Memandangkan ketidaktentuan harga bahan binaan yang berlaku di Malaysia, kami cuba untuk mengenalpasti kaedah terbaik untuk menganggarkan harga bahan binaan mengikut kawasan di Malaysia. Selepas itu, seksyen II membincangkan tentang kesusteraan yang berkaitan, dan Bahagian III menerangkan latar belakang data yang digunakan dalam kajian ini. Di bawah seksyen IV, gambaran keseluruhan kaedah-kaedah yang digunakan untuk menganalisis data juga diterangkan. Tambahan pula, seksyen V membentangkan dapatan kajian dan perbincangan mengenai kaedah ramalan terbaik untuk menganggarkan indeks harga bahan mengikut kawasan di Malaysia. Akhirnya, seksyen VI membentangkan kesimpulan ringkas bagi kajian ini dan cadangan untuk kajian pada masa hadapan.

## LATAR BELAKANG DATA

Dalam seksyen ini, latar belakang data dibincangkan. Data yang dikumpul dari tiga sumber berbeza iaitu, Unit Kerjasama Awam Swasta (UKAS) di Jabatan Perdana Menteri, Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) dan Jabatan Perangkaan Malaysia yang memberi maklumat tentang indeks harga bahan pembinaan PFI dari rantau Semenanjung Malaysia yang terdiri daripada empat kawasan utama, iaitu pantai Timur (Pahang, Kelantan and Terengganu), utara (Pulau Pinang, Kedah, Perlis, Perak), tengah (Wilayah Persekutuan, Selangor, Negeri Sembilan, Melaka), dan selatan (Johor). Data

bulanan daripada tahun 2005 hingga 2011 bagi lima belas indeks harga bahan binaan berbeza telah digunakan. Lima belas bahan binaan tersebut ialah agregat, pasir, keluli tetulang, konkrit sedia bancuh, bata dan pembahagi, bahan bumbung, kemasan lantai dan dinding, siling, bahan kerja paip, lengkapan kebersihan, cat, kaca, keratan keluli dan logam, kayu dan papan lapis. Secara praktikalnya, indeks harga input digunakan untuk mengukur perubahan dalam harga urusniaga input bahan binaan kepada proses pembinaan dengan menjelaki pergerakan harga transaksi bahan pembuatan dan CIF (Kos Insurans dan Tambang) bahan pembinaan bangunan Malaysia yang diimport. Dengan cara ini, faktor kos bahan bagi jenis bangunan yang terpilih boleh dipantau dengan berkesan (MITI Weekly Bulletin, 2009). Tujuan utama Indeks Kos Bahan Binaan Bangunan adalah adalah untuk mengukur perubahan dalam kos sesuatu item atau sekumpulan barang dari semasa ke semasa. Data bulanan telah dipilih dengan indeks kos piawaian asas bernilai 100 bagi tahun 2003, di mana semua kenaikan yang lalu dan kenaikan pada masa hadapan atau penurunannya yang berkaitan dengan angka ini. Secara umumnya, terdapat beberapa kegunaan indeks ini boleh digunakan dalam industri pembinaan. Sesetengahnya adalah seperti berikut:

1. Semakan berterusan bagi analisis kos unsur;
2. Pengiraan turun naik harga bahan;
3. Pemeriksaan perubahan dalam hubungan kos;
4. Ekstrapolasi tren yang sedia ada;
5. Penilaian keadaan ekonomi pasaran; dan
6. Usaha-usaha penyelidikan

Dalam kajian ini, kami berminat terhadap nilai indeks harga bahan PFI Semenanjung Malaysia pada masa depan. Dalam konteks kajian ini, kami cuba untuk menganggarkan indeks harga bahan menggunakan model terbaik bermula dari Januari 2012 hingga Januari 2013.

## GAMBARAN KESELURUHAN METODOLOGI

Aliran penyelidikan untuk menentukan model anggaran terbaik bagi harga simen di kawasan-kawasan yang berbeza di Malaysia boleh dilihat dalam Rajah 1. Secara praktikalnya, kaedah klasik yang biasa digunakan oleh pengamal dalam mana-mana bidang melibatkan garisan arah aliran, Purata Bergerak Autoregresif (ARMA), dan siri masa. Kami menyesuaikan ketiga-tiga kaedah ramalan biasa ini dalam kajian ini, dan pada masa yang sama kami membandingkan kaedah-kaedah tersebut dengan kaedah ramalan moden yang dikenali sebagai rangkaian neural buatan (ANN). Dalam dunia peramalan, rangkaian neural biasanya digunakan dalam pasaran saham untuk meramalkan sama ada harga saham atau pulangan. Dalam kajian ini, kami menggunakan kaedah rangkaian neural rambatan balik (BPNN) untuk meramal harga simen masa depan menggunakan data lampau. Pendekatan BPNN yang dikenali sebagai pembelajaran tanpa pengawasan telah dilaksanakan pada data disebabkan output sasaran tidak diketahui. Hasil-hasil dari perlaksanaan tersebut telah dibandingkan dengan hasil yang diperolehi melalui perlaksanaan kaedah-kaedah klasik berdasarkan punca min ralat kuasa dua (RMSE). Untuk lebih jelas lagi, garisan arah aliran yang digunakan adalah linear, logaritmik, polinomial, kuasa, eksponen dan purata bergerak. Pendekatan siri masa yang telah digunakan pelicinan eksponen tunggal, pelicinan eksponen berganda, tambahan Holt-Winter, pendaraban Holt-Winter, bermusim tambahan, bermusim pendaraban, purata bergerak tunggal dan purata bergerak berganda. Ujian paling padan untuk ramalan purata bergerak menggunakan ralat punca min kuasa dua (RMSE). RMSE mengira punca kuasa dua purata sisihan kuasa dua nilai dipasang berbanding titik data sebenar. Ralat Punca Min Kuasa Dua (RMSE) adalah punca kuasa dua bagi MSE dan adalah ukuran ralat yang paling popular, yang juga dikenali sebagai fungsi kerugian kuadratik. RMSE boleh ditakrifkan sebagai purata nilai mutlak kesilapan ramalan dan sangat sesuai apabila kos kesilapan ramalan adalah berkadar dengan saiz mutlak ralat ramalan. RMSE tersebut digunakan sebagai kriteria pemilihan bagi model siri masa paling padan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad [1]$$

Di mana  $y_i$  mewakili vector bagi N ramalan dan  $\hat{y}_i$  menandakan vector bagi nilai sebenar.

## DAPATAN KAJIAN

Berdasarkan Jadual 1 dan Jadual 2, kebanyakan model data semua signifikan pada paras keyakinan 95 peratus. Berdasarkan Ralat Punca Min Kuasa Dua (RMSE) bagi kedua-dua set anggaran dan penilaian, rangkaian neural telah terbukti untuk mengatasi kaedah peramalan konvensional yang lain. Dari Jadual 1, dengan menggunakan set anggaran, ia boleh dilihat dengan jelas bahawa BPNN dengan rangkap pindah linear menunjukkan model terbaik untuk menganggarkan indeks harga bahan pembinaan projek PFI Malaysia berdasarkan RMSE, di mana nilai-nilai semua kesilapan yang hampir sifar dan mengatasi semua kaedah lain.

Lebih terperinci, daripada Jadual 1, nilai-nilai RMSE bagi set-set anggaran adalah aggregat (1.23001), pasir (0), tulang keluli (1.23786), campuran konkrit siap (0), batu-bata dan pembahagi (1.23232), bahan bumbung (0), kemasan dinding dan lantai (0), siling (1.23868), bahan-bahan kerja paip (1.23867), lengkapan kebersihan (0), cat (1.23734), kaca (1.23171), keratan keluli dan logam (1.23114), kayu (0) dan papan lapis (0).

Perkara yang sama boleh diperhatikan dalam Jadual 2 di mana prestasi BPNN dengan fungsi pemindahan linear pada set penilaian menunjukkan RMSEs terkecil, hampir sifar kesilapan dan mengatasi kaedah lain. Misalnya, aggregat (1.4681), pasir (1.4019), tulang keluli (1.4345), campuran konkrit siap (1.4682), batu-bata dan pembahagi (1.4314), bahan bumbung (1.4030), kemasan dinding dan lantai (1.4681), siling(1.4363), bahan kerja paip (1.4567), lengkapan kebersihan (1.4682), cat (1.4354), glass (1.4314), keratan keluli dan logam (1.4324), kayur (1.4014) dan papan lapis (1.4011). Jadual 3 menunjukkan nilai anggaran indeks harga bahan menggunakan BPNN dengan kawasan pemindahan yang berbeza fungsi linear di Malaysia dari Januari 2012 hingga Januari 2013, ramalan ke-84 untuk tempoh 96.

## KESIMPULAN

Dalam konteks kajian ini, rangkaian neural tiruan terbukti menghasilkan keputusan peramalan yang terbaik berbanding ramalan lain-lain teknik klasik. Penemuan adalah selari dengan penyelidikan sebelumnya yang memfokus pada ramalan indeks harga simen oleh kawasan-kawasan yang berlainan di Malaysia (2012). Dalam kajian ini, rangkaian neural rambatan balik telah terbukti dapat menganggarkan indeks harga bahan projek PFI berhubung kawasan-kawasan yang berlainan di Malaysia dengan cekap. Namun ensembel moden lain seperti ARIMA-ANFIS perlu diberi perhatian dalam pengkajian pada masa hadapan, sepertimana yang telah dicadangkan oleh Suhartono, Puspitasari, Akbar & Lee (2012). Model ramalan dua peringkat telah dibangunkan dengan melaksanakan model Purata Bergerak Autoregresif Bersepadan (ARIMA) pada peringkat pertama dan Sistem Inferen Neural Kabur Ubah Suai (ANFIS) pada peringkat kedua. Rangkaian Teguh Jordan seperti yang dicadangkan oleh Song (2011) boleh diadaptasikan dalam kajian yang mendatang.

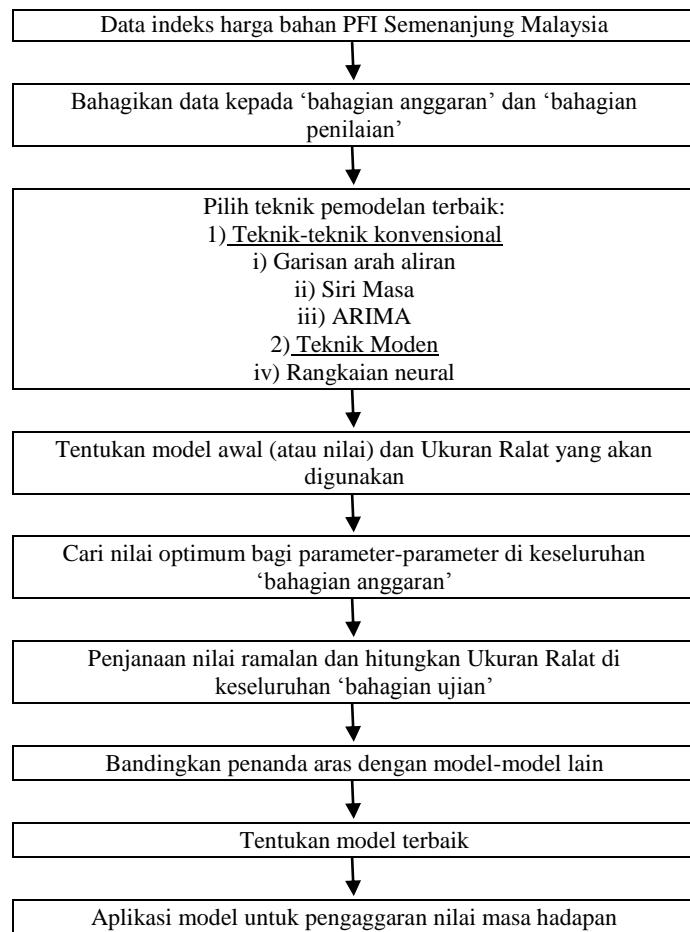
Untuk suatu kajian selanjutnya, kami akan mengkaji indeks kos bahan pembinaan bagi Sabah Sarawak. Kami seterusnya akan menentukan dan membandingkankan model terbaik ramalan untuk indeks harga semua jenis kumpulan bahan binaan bagi setiap negeri yang berbeza di seluruh Malaysia. Anggaran indeks harga bahan binaan akan menyumbang kepada nilai untuk wang PFI serta merealisasikan wawasan matlamat ekonomi nasional secara ketara, sejajar dengan Bidang Ekonomi Utama Negara atau Bidang Keberhasilan Utama Negara (NKEA or NKRA).

## PENGHARGAAN

Kami ingin mendedikasikan penghargaan dan terima kasih kepada Unit Kerjasama Awan Swasta (UKAS) di Jabatan Perdana Menteri, Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) dan Jabatan Perangkaan Malaysia. Sekalung terima kasih juga kepada Institut Pengajian Siswazah, Universiti Teknologi MARA Malaysia (UiTM) kerana menyokong penyelidikan ini di bawah Dana Kecemerlangan Universiti No. 600-RMI/DANA 5/3/RIF (55/2012).

## RUJUKAN

- Akintoye, A., Beck, M. & Hardcastle, C. (2003). *Public-private partnerships, managing risks and opportunities*, Blackwell Science Ltd. Garsington Road, Oxford: United Kingdom, pp. 123-165.
- Foad, H. M. & Mulup, A. (2008). *Harga siling simen dimansuh 5 Jun*, Utusan, Putrajaya, 2nd June, 2008.
- Law, K. C. (2009). *Analysts mixed on cement price outlook this year*, The Star, 10th January.
- Giachino, J. A. (2006). *Current construction market conditions present price challenges to owners and design-builders*, Florida Chapter Design-Build Institute of America.
- Gallagher, J. & Riggs, F. (2006). *Material price escalation: Allocating the risks*, *Construction Briefings*, No. 2006-12, December.
- Padhan, P. C. (2012). Use of univariate time series models for forecasting cement productions in India, *International Research Journal of Finance and Economics*, No.83, Vol.1, pp. 167-179.
- Kaastra, I. & Boyd, M. S. (1995). Forecasting futures trading volume using neural networks, *The Journal of Futures Markets*, Vol.18, pp. 953-970.
- Franses, P. H. & Griensven, K. V. (1998). Forecasting exchange rates using neural networks for technical trading Rules, *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, Vol.2, No.4, pp. 109-114.
- Pei, L., Chen, S. H., Yang, H. H., Hung, C. T. and Tsai, M. R.. (2008). Application of artificial neural network and SARIMA in portland cement supply chain to forecast demand, *Natural Computation 2008. ICNC '08. Fourth International Conference*, Vol.3, pp. 97-101.
- MITI Weekly Bulletin. (2009). Economic developments: Profile of cement industry in Malaysia, *MITI Malaysia*, Vol.27, pp. 5.
- Saadi, A. K., Nor, A. M. G. & Norazan M. R. (2012). Determining the Best Forecasting Model of Cement Price Index in Malaysia, *Proceeding of 2012 IEEE Colloquium on Humanities, Science & Engineering Research*, Vol. 1, pp. 528-532.
- Suhartono, Puspitasari, I., Akbar, M. S. & Lee, M. H. (2012). Two-level seasonal model based on hybrid ARIMA-ANFIS for forecasting short-term electricity load in Indonesia, *International Conference on Statistics in Science, Business and Engineering 2012*, Vol. 1, pp. 56.
- Song, Q. (2011). Robust jordan network for nonlinear time series prediction, *IEEE International Joint Conference on Neural Networks*, Vol. 22, No.12, pp. 2542-2549.



RAJAH 1: Aliran pelaksanaan kaedah dalam kajian ini

JADUAL 1: RMSE Bagi Set Anggaran

Kaedah Ramalan	PUNCA MIN RALAT KUASA DUA DAN TAHAP SIGNIFIKASI BAGI SETIAP KAEDAH YANG TELAH DILAKSANAKAN														
	Agregat	Pasir	Besi Pengukuhan	Konkrit Sedia Bancuh	Bata dan Pengadang	Bahan Bumbung	Kemasan Lantai dan Dinding	Siling	Bahan Kerja Paip	Kelengkapan Kebersihan	Cat	Gelas	Keratin Keluli Logan	Kayu	
<b>1) GARISAN ARAH ALIRAN</b>															
Linear	24.8374	62.1837	78.3873	86.2873	86.3286	8.6273 *	7.8600 *	4.7473 *	10.1721 *	3.2170 **	10.1787 *	7.4423 *	23.7862	14.7441	
Logaritmik	17.7814	23.8671	78.7808	86.7421	24.8734	8.7237 *	3.3743 *	7.1244 *	8.7478 *	2.4730 *	8.8283 *	7.4473 *	23.3868	18.8638	
Polinomial	24.7837	18.0842	42.8602	24.8028	24.8740	7.7418 *	7.2177 *	4.4710 *	7.4714 *	2.6867 **	7.2184 *	3.4178 *	21.7470	86.4862	
Kuasa	17.3086	23.7474	23.7868	21.2047	24.8486	8.7470 *	3.8631 *	7.0383 *	8.8040 *	2.3837 **	8.8723 *	7.3742 *	23.7347	18.7081	
Eksponen	86.2814	62.7473	32.1214	86.7172	86.4707	8.3473 *	7.4870 *	4.8623 *	10.1803 *	3.2423 **	10.7860 *	7.7237 *	23.7823	14.2834	
Purata Bergerak	2.2181 **	4.1717 **	10.1073 *	3.7243 **	2.7304 **	2.1868 **	2.4867 **	2.4182 **	2.8084 **	0.2307 **	3.6274 **	1.7021 **	4.7847 **	3.7622 **	
<b>2) SIRI MASA</b>															
Pelincinan Eksponen Tunggal	7.0738 *	8.2186 *	20.0174	7.3486 *	7.4210 *	4.3623 *	3.6274 **	3.8624 **	3.2121 *	1.2863 **	3.3747 *	2.8211 *	8.4844 *	7.7217 *	
Pelincinan Eksponen Berganda	7.0872 *	8.2386 *	20.8683	7.3861 *	7.4743 *	4.3741 *	3.2740 **	3.8632 **	3.2141 *	1.8608 **	3.3871 *	2.7437 *	8.7414 *	7.3821 *	
Tambahan Holt-Winter	7.1784 *	8.1782 *	86.6738	7.7370 *	7.3721 *	7.8647 *	2.0217 *	2.8863 **	3.7217 *	2.6844 **	3.8717 *	2.8783 *	24.6248 *	8.3017 *	
Pendaraban Holt-Winter	7.7321 *	8.2328 *	21.8637	7.8681 *	7.2321 *	7.2841 *	2.0622 *	2.8182 **	3.3824 *	2.6834 **	4.0032 *	2.8471 *	11.4407 *	8.7862 *	
Bermusin Tambahan	7.1781 *	8.1721 *	86.6728	7.7386 *	7.3718 *	7.8642 *	2.0217 *	2.8863 **	3.7286 *	2.6844 **	3.8734 *	2.8782 *	24.6242 *	8.3724 *	
Bermusim Pendaraban	7.7372 *	8.2324 *	21.8623	7.8621 *	7.2373 *	7.2837 *	2.0622 *	2.8182 **	3.3810 *	2.6834 **	4.0078 *	2.8448 *	11.4402 *	8.7424 *	
Purata Bergerak	7.7864 *	10.2340 *	24.3620	8.7217 *	3.6273 *	4.7408 *	2.1212 *	2.8678 **	4.2387 *	1.8632 **	4.2010 *	3.3018 *	12.4218 *	8.8370 *	

Tunggal																
Purata Bergerak Berganda	8.1730 *	17.0411	17.2387	24.4217 *	8.2320	7.1212 *	2.8237	2.8470 *	3.1784	2.0378 **	2.8738 *	4.7383	17.7870	11.2384		
<b>ARIMA=AR(p)I(d)MA(q)</b>																
Model ARIMA Terbaik (p, d, q)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(2, 0, 1)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)	(1,0,0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(2, 0, 0)	(0, 0, 0)
	7.8381 *	8.0818 *	18.8683	7.2147 *	7.3483	4.8648 *	3.6286	1.2183 **	3.7348 **	2.4786 **	3.2321 **	2.8624 **	8.4010 *	7.3017 *	1.0000	0.0000
<b>RANGKAIAN NEURAL</b>																
Tangen Kosine dengan Hiperbolik	17.8762	62.7083	30.3423	23.8048	17.8623	24.7407	8.4871 *	3.3748 **	10.2803 *	4.3817 *	24.6864 *	8.2174 *	28.1740	23.7347	1.0000	0.0000
Tangen Hyperbolik	17.0847	18.2868	78.1440	23.3748	17.0824	8.1717 *	3.4623 **	4.1787 *	8.1708 *	3.3217 **	10.7448 *	8.7344 *	23.7442	23.8184	2.0000	0.0000
Linear	1.23001 **	0 **	1.23786 **	0 **	1.23232 **	0 **	0 **	1.23868 **	1.23867 **	0 **	1.23734 **	1.23171 **	1.23114 **	0 **	0 **	0.0000
Logistik	17.2481	24.8380	30.7374	23.3743	17.1028	8.4871 *	8.2111 *	4.8864 *	10.1817 *	4.1744 *	24.8274 *	8.7208 *	62.2321	62.8672	8.1000	0.0000

\*significant at p<0.05, \*\*significant at p<0.01

JADUAL 2: RMSE Bagi set penilaian

Kaedah Ramalan	PUNCA MIN RALAT KUASA DUA DAN TAHAP SIGNIFIKASI BAGI SETIAP KAEDAH YANG TELAH DILAKSANAKAN														
	Agregat	Pasir	Besi Pengukuhan	Konkrit Sedia Bancuh	Bata dan Pengadang	Bahan Bumbung	Kemasan Lantai dan Dinding	Siling	Bahan Kerja Paip	Kelengkapan Kebersihan	Cat	Gelas	Keratin Keluli Logan	Kayu	Panjang
<b>1) GARISAN ARAH ALIRAN</b>															
Linear	36.5697	32.9857	34.7335	32.1835	56.2473	2.9245 **	3.5668 **	4.9724 *	56.1732	3.5670 **	56.5583	7.5651 *	36.1456	14.7314	8.3000
Logaritmik	14.7144	56.9614	33.7308	32.0824	32.3354	8.7556 *	5.3975 *	2.9564 *	3.9738 *	1.5650 **	3.1433 *	7.1424 *	36.1428	32.9248	8.3000
Polinomial	32.3353	56.0341	43.2701	36.1456	32.0340	7.9718 *	2.9357 **	4.4140 *	7.4144 *	1.5967 **	7.3784 *	5.4173 *	32.3560	56.4314	8.1000

Kuasa	56.5056	14.7978	51.7568	32.5647	32.1435	8.7560 *	5.3632 *	3.0585 *	4.7040 *	3.1453 **	4.7241 *	7.3971 *	36.2563	18.3014	8.7
Eksponen	36.3144	14.7473	52.4256	32.1414	56.4703	4.7424 *	3.5630 **	4.1435 *	56.5603	3.2414 **	56.7320	7.2456 *	36.7145	14.1854	8.5
Purata Bergerak	1.2481 **	4.5524 **	56.2565	3.7361 **	2.7504 **	3.4963 **	3.3457 **	3.1414 **	3.2084 **	2.5567 **	3.1438 **	3.2024 **	4.7856 **	3.7171 **	3.2
2) SIRI MASA															
Pelicinan Eksponen Tunggal	3.0256 **	2.9146 **	56.0564	7.3436 *	3.4240 **	4.1473 *	3.2294 **	3.1456 **	3.2437 *	2.4224 **	3.5756 **	3.2714 **	3.4856 **	7.7565 *	4.7
Pelicinan Eksponen Berganda	3.0814 **	2.9596 **	56.5633	7.3961 *	3.4975 **	4.1414 *	3.2830 **	3.5642 **	3.7314 *	2.4208 **	3.5371 **	3.1424 *	4.7414 *	7.5337 *	4.2
Tambahan Holt-Winter	3.5584 **	3.2481 **	32.2568	7.3530 *	3.5732 **	2.9356 **	2.8565 **	3.1425 **	3.7314 *	3.2856 **	4.7355 *	3.2733 *	32.1448	8.3017 *	5.7
Pendaraban Holt-Winter	3.7256 **	3.1428 **	32.3224	7.4581 *	3.5173 **	2.9341 **	2.8314 **	3.5681 **	3.5832 *	3.1434 **	4.6851 *	3.2414 *	32.5680	8.1451 *	7.8
Bermusin Tambahan	3.5581 **	3.2424 **	32.2456	7.3545 *	3.5718 **	2.9341 **	2.8565 *(*)	3.1425 **	3.7314 *	3.2856 **	4.7354 *	3.2714 *	32.1441	9.1414 *	5.7
Bermusim Pendaraban	3.7241 **	3.1424 **	32.3146	7.4524 *	3.5173 **	2.9337 **	2.8314 **	3.5681 **	3.5856 *	3.1434 **	4.6833 *	3.2563 *	32.5601	8.3432 *	7.8
Purata Bergerak Tunggal	3.7564 **	56.1440	14.1470	8.3556 *	5.3243 *	4.8303 *	2.4241 **	2.4248 **	4.1483 *	1.4241 **	4.1456 *	4.7018 *	56.3733	8.3370 *	5.3
Purata Bergerak Berganda	9.1450 *	56.0432	24.3683	32.4327	2.9556 **	7.3241 *	2.9224 **	2.9560 **	5.3584 *	2.8256 **	5.1753 *	4.7535 *	56.7830	32.5684	2.9
3) ARIMA=AR(p)I(d)MA(q)															
Model ARIMA Terbaik (p, d, q)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(2, 0, 1)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)	(1,0,0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)
	3.6896 *	3.0856 *	32.9383	7.3247 *	4.7565 *	4.3568 *	3.1445 **	1.2485 **	3.7348 **	2.4796 **	3.5173 **	3.5674 **	3.4056 *	7.3035 *	3.8
4) RANGKAIAN NEURAL															
Tangen Kosine dengan	17.8143	17.7083	50.5451	56.8056	32.9551	32.0303	3.4814 **	5.3338 *	56.5605 *	4.3835 *	32.3414	3.7374 **	18.5340	36.3547	14.

Hiperbolik															
Tangen Hyperbolik	56.0347	14.2453	38.3560	56.5756	56.0142	8.5535 *	5.4565 *	4.5337 *	3.2403	3.5327 *	56.1438 *	9.1314 *	36.3341	56.1484	32.
Linear	1.4681 **	1.4019 **	1.4345 **	1.4682 **	1.4314 **	1.4030 **	1.4681 **	1.4363 **	1.4567 **	1.4682 **	1.4354 **	1.4314 **	1.4324 **	1.4014 **	1.4
Logistik	17.1414	14.8330	50.2483	56.5335	32.9056	3.4814 **	8.7142 *	4.8454 *	56.1424 *	4.5634 *	32.0197	3.1403 **	17.1424	56.4571	56.

p<0.05, \*\*significant at p<0.01

JADUAL 3: Penganggaran indeks kos bahan binaan di bahagian Semenanjung Malaysia dari Januari 2012 hingga Januari 2013 menggunakan BPNN

<b>RAMALAN MENGIKUT BULAN</b>	<b>Agregat</b>	<b>Pasir</b>	<b>Besi Pengukuhan</b>	<b>Konkrit Sedia Bancuh</b>	<b>Bata dan Pengadang</b>	<b>Bahan Bumbung</b>	<b>Kemasan Lantai dan Dinding</b>	<b>Siling</b>	<b>Bahan Kerja Paip</b>	<b>Kelengkapan Kebersihan</b>	<b>Cat</b>	<b>Gelas</b>	<b>Keratin Keluli Logan</b>
JAN 2012	132.6722	134.3313	181.5322	155.9518	114.1371	129.7637	129.3834	134.7077	132.6275	113.8478	129.2163	134.3531	107.0752
FEB 2012	132.6324	134.3343	178.5147	151.2598	145.8134	129.1313	129.2213	129.2249	131.5284	113.9355	129.2563	134.4147	107.0752
MAC 2012	131.2639	134.3769	181.5137	151.2598	145.3276	129.2474	129.1496	129.8433	131.4283	129.8474	129.2752	134.4938	172.5229
APRIL 2012	131.2547	134.3078	183.5514	152.7684	145.1435	129.3147	129.1475	129.3553	132.6332	129.1376	129.8329	134.5362	172.8628
MEI 2012	131.2156	134.1427	181.5964	152.2538	145.2522	129.4593	129.5534	129.1372	131.1414	134.2571	129.8334	134.3415	172.7256
JUN 2012	132.5633	134.1455	182.3254	154.1512	145.4738	129.5514	129.4795	129.2813	132.1353	129.6529	129.7684	134.7133	172.7256
JULAI 2012	132.1375	134.1483	183.3733	155.7135	145.5651	129.3522	129.7848	129.3722	132.8384	134.3783	129.3749	134.7841	172.7956
OGOS 2012	132.8714	134.3211	184.7214	155.7135	145.5832	129.7563	129.8722	129.5147	135.6214	134.5424	129.3118	134.7613	173.0713
SEPT 2012	132.8137	134.3149	176.8495	155.5371	145.0772	129.8414	129.3128	129.3279	135.8107	129.6472	129.7683	134.6356	174.2625
OKT 2012	132.8147	134.3247	183.8375	155.2453	145.8379	129.9472	129.6355	129.7421	135.7514	134.7293	129.7652	134.7242	172.5956
NOV 2012	135.9847	134.3263	196.9147	155.2453	145.9184	129.3262	129.1474	129.7614	135.3578	129.2213	129.0713	113.3472	178.0707
DIS 2012	135.6263	134.3149	137.7253	155.7135	145.9389	129.6319	129.3476	129.9733	135.5341	129.8134	129.1298	113.1147	182.4947
JAN 2013	135.9114	134.4745	142.3837	155.5371	114.3237	129.2147	129.4596	129.3838	135.5613	129.3337	129.1298	113.1728	184.1914