



UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

CONFERENCE PROCEEDING

ICITSBE 2012

**1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATION
AND TECHNOLOGY FOR
SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT**

16 -17 April 2012



Organized by:
Office of Research and Industrial
Community And Alumni Networking
Universiti Teknologi MARA (Perak) Malaysia
www.perak.uitm.edu.my

PAPER CODE: GT 30

RANGKAIAN NEURAL DALAM PERAMALAN DAYA PUKULAN SMESY

Mahani Ahmad Kardri^a, Lily Marlia Abdul Latif^b dan Norazam Arbin^c

Faculty of Architecture, Planning and Surveying, Universiti Teknologi MARA (Perak), Malaysia

^amahan702@perak.uitm.edu.my, ^blilym366@perak.uitm.edu.my,

^cnoraz647@perak.uitm.edu.my

Abstrak

Dewasa ini telah banyak kajian dalam bidang biomekanikal dilakukan dalam usaha memperbaiki mutu sukan dan mempertingkatkan pencapaian sukan sehingga ke peringkat antarabangsa. Sorotan daripada itu, kajian ini dijalankan bertujuan untuk meramal daya pukulan yang dikenakan dalam persembahan smesy suatu perlawanan badminton dengan menggunakan pendekatan rangkaian neural. Pemain badminton bertaraf dunia dipilih sebagai subjek kajian dan data pecutan linear bulu tangkis pada setiap kerangka pemain dikumpul semasa berlangsungnya sesuatu perlawanan badminton. Fasa persediaan dan keadaan ketika kontak diambil kira sebagai subjek kajian kerana kedua-dua fasa berkenaan memberikan impak yang besar dalam persembahan smesy seseorang pemain badminton itu. Data dianalisis terlebih dahulu menggunakan perisian SPSS dan peramalan daya pukulan tersebut dilakukan menggunakan rangkaian neural dengan perisian MATLAB. Rangkaian neural suap ke hadapan dengan satu aras tersembunyi digunakan bagi tujuan peramalan. Ketepatan ramalan daya pukulan berkenaan dianalisis dengan mengambil kira nilai pekali penentuan, R^2 yang tertinggi dan purata ralat perbandingan, MRE yang rendah. Keseluruhan kajian menunjukkan bahawa rangkaian neural dapat memberikan ramalan yang memuaskan dalam meramal daya pukulan yang diumpukkan oleh seseorang pemain itu semasa smesy dilakukan. Ini dapat membantu dalam menjangka corak permainan pemain tersebut dan seterusnya dapat membantu dalam merancang strategi permainan untuk hasil yang lebih baik.

Kata kunci: Badminton, Daya, Rangkaian neural, Smesy.

Abstract

Nowadays, there have been many studies in the field of biomechanics as the effort to improve and enhance the quality of sports performance up to international level. The aim of the study is to predict the forces in a smash performance via neural networks approach that are correlated to the linear acceleration of shuttlecock. World class badminton players are chosen as subjects and data are collected during the Kuala Lumpur Thomas Cup on year 2000. Data was collected from planting off foot phase and contact state. Correlation analysis has been prepared by using SPSS to investigate the relationship between each variable with linear acceleration of shuttlecock and prediction of forces has been done by using MATLAB software. For prediction purposes, a feed forward neural network is used with one hidden layer. The structure of this neural network requires the identification of the input variables and the output. Result shows that the graphs of prediction force give a close result towards the graph of actual force by considering the highest value of correlation coefficient, R^2 and small value of mean squared error, MSE. In conclusion, neural network tool can be a good approach to predict the force during smash.

Keywords : Badminton, Force, Neural Network, Smash.

1. Pengenalan

Kajian ini berada dalam lingkungan bidang biomekanik dan sains sukan yang mengkhusus kepada sukan badminton. Beberapa objektif kajian telah ditentukan, antaranya ialah untuk membina sebuah model matematik tidak linear yang dapat meramal daya pukulan smesy dalam suatu perlawanan badminton menerusi rangkaian neural. Selain itu, penyelidik juga berminat untuk menilai kebolehan rangkaian neural buatan dalam membuat

sesuatu peramalan dalam bidang biomekanik. Gabungan fungsi penggiat yang memberikan hasil terbaik turut diselidik untuk mendapatkan keputusan yang optimum dan menilai sejauh mana prestasi model rangkaian neural buatan dalam membuat suatu peramalan. Daya yang dikenakan semasa melakukan smesy diramal bagi menjangka kekuatan daya seseorang pemain itu.

Data diambil semasa berlangsungnya perlawanan badminton Piala Thomas di Kuala Lumpur, Malaysia pada 11 Mei 2000 sehinggalah 21 Mei 2000 yang memakan masa selama sebelas hari. Perlawanan tersebut melibatkan jaguh-jaguh badminton yang cukup dikenali di peringkat antarabangsa seperti Peter Gade Christiansen yang mewakili Denmark, serta Remy Mainaky dan Tony Gunawan yang mewakili Indonesia. Data diperolehi daripada kerangka permainan badminton yang lengkap oleh pemain-pemain badminton profesional. Oleh yang demikian, hasil kajian menggambarkan keputusan persembahan smesy oleh pemain profesional. Pemain yang menggunakan tangan kanan semasa bermain (dominan) dipertimbangkan sebagai subjek kajian.

Hasil rakaman video yang merekodkan kejohanan badminton tersebut dicantas dan aktiviti bermula dari fasa persediaan hinggalah fasa pendaratan disunting. Pukulan smesy terbaik dipilih daripada kira-kira 80 kerangka dengan lapan percubaan bagi setiap pemain. Perisian Peak Motus 2000 digunakan dalam menganalisis rakaman dan kemudiannya didigitkan (Azmin Sham Rambely et al. 2005). Sebanyak 49 kerangka diambil yang melibatkan 27 pemboleh ubah iaitu pemboleh ubah bulu tangkis, sendi vertek, hidung, leher, bahu kiri, siku kiri, pergelangan tangan kiri, jari kiri, bahu kanan, siku kanan, pergelangan tangan kanan, jari kanan, pinggang kiri, lutut kiri, buku lali kiri, kaki kiri, tumit kiri, pinggang kanan, lutut kanan, buku lali kanan, kaki kanan, tumit kanan, bahagian atas raket, bahagian bawah raket, pusat jisim, bahagian tengah bahu dan bahagian tengah pinggang.

Kaedah rangkaian neural dipilih bagi membuat peramalan daya memandangkan ianya telahpun digunapakai dengan jayanya dalam bidang sukan yang lain seperti angkat berat dan acara renang bagi peramalan prestasi sukan tersebut (Silva et al. 2007). Rangkaian neural digunakan sebagai alternatif dalam memodelkan prestasi sukan yang mana ianya boleh mewujudkan satu model yang realistik bagi peramalan prestasi sukan. Melalui hasil kajian tersebut lagi, ketepatan rangkaian neural diperakui dalam meramal dengan hampir tepat berdasarkan data terdahulu (Baboo & Shereef 2010; Shanti et al. 2010; Silva et al. 2007).

2. Kajian Lepas

Dewasa ini, penggunaan rangkaian neural semakin mendapat perhatian di kalangan para penyelidik disebabkan oleh keupayaannya untuk menyelesaikan pelbagai masalah kompleks antaranya dalam bidang ekonomi iaitu meramal harga saham, harga emas, komoditi eksport, tukaran wang asing dan persediaan barang; bidang pertanian iaitu dalam meramal harga getah, minyak kelapa sawit (Azme Khamis et al. 2006; Zuhaimy Ismail & Azme Khamis 2003) dan beras; dalam bidang sukan pula peramalan bagi sukan lontar lembing, menembak, bola sepak, renang dan angkat berat (Bartlett 2006; Salaami et al. 2008; Silva et al. 2007).

Rangkaian neural juga banyak digunakan dalam bidang industri seperti industri pemprosesan aluminium, industri robotik dan industri pembuatan kereta kerana diperakui kemampuannya dalam mengawal dan mempertingkatkan produktiviti serta mengurangkan kos pemprosesan dengan kebolehan mesin untuk mengenalpasti corak bagi menganalisis operasi (Md Salam et al. 2011). Pengaplikasian dalam sistem kawalan pula antaranya ialah kawalan air pada tangki air, kawalan pergerakan badan dan kawalan alam sekitar. Bidang perubatan juga tidak ketinggalan menggunakan rangkaian neural dalam membuat keputusan dengan wujudnya sistem diagnosis barah payu dara dan penyakit strok (Shanti, D. et al. 2010). Walau bagaimanapun, keputusan yang diperolehi tidak boleh mengetepikan kemahiran penilaian pakar dan perlu diperiksa terlebih dahulu bagi memastikan ketepatannya. Sedikit sebanyak ianya membantu pakar perubatan dalam merancang keperluan perubatan yang lebih baik kepada pesakit melalui diagnosis awal penyakit. Pendiagnosan tidak hanya tertumpu kepada penyakit sahaja, dalam menyelidik sesuatu perkara (Bartlett 2006), pendidiagnosan perlu untuk mencari punca permasalahan, contohnya dalam mendiagnosis kerosakan litar untuk mengenalpasti komponen yang rosak dan pemprosesan alarm. Oleh yang demikian, tidak banyak masa terbuang berbanding dengan menggunakan kaedah lain yang memakan banyak masa.

Kaedah rangkaian neural berupaya untuk mengatasi masalah multikolineariti yang berlaku di kalangan pemboleh ubah dan masalah tak linear dalam sesuatu data (Yusof, A. R., & Aziz, I. A. 2009). Permasalahan multikolineariti tersebut dapat diatasi kerana sifatnya yang membolehkan ianya linear dan tak linear berdasarkan kepada fungsi penggiat (Salaami et al. 2006; Azme Khamis et al. 2006). Ini memberikan suatu kelebihan dalam membuat suatu peramalan berbanding dengan penggunaan kaedah statistik yang tidak dapat menyelesaikan masalah multikolineariti pada data dengan baik. Azme Khamis et al. (2006) mendapati bahawa ketepatan pemodelan rangkaian neural adalah lebih bagus berbanding kaedah regresi linear berganda serta menunjukkan peningkatan prestasi yang tinggi dan ini membuktikan bahawa model rangkaian neural adalah lebih efisien penggunaannya daripada model statistik dan boleh diyakini ketepatannya.

Model statistik seperti regresi logistik dan analisis variasi berganda kebiasaannya mengandaikan bahawa taburan data adalah bertabur secara taburan normal. Andaian lain juga dilakukan iaitu

ketidakbersandaran antara kesemua input dan terhad kepada perhubungan linear sahaja. Walau bagaimanapun, Azme Khamis et al. (2006) dalam kajiannya menyatakan bahawa perkara tersebut adalah jarang untuk ditemui dalam sistem permasalahan dalam kehidupan sebenar. Sebagai penyelesaian alternatif kepada permasalahan tersebut, model rangkaian neural buatan boleh digunakan yang mana model rambatan balik sering menjadi pilihan kerana ia mampu diadaptasi dalam pelbagai masalah peramalan di samping keupayaan pengitlakannya yang lebih baik (Salaami et al. 2006). Di antara kelebihan lain rangkaian neural ialah ia boleh menjawab kekusutan dan permasalahan yang berlaku dalam meramal siri masa bagi dimensi berganda contohnya ramalan kaji cuaca (Baboo, S. S. & Shereef, I. K. 2010) serta data siri masa kiosk. Penyelidikan telahpun dilakukan dalam meramal stok pasaran dan analisis pasaran dan didapati terdapat kelemahan kaedah statistik dalam meramal siri masa bagi dimensi berganda (Azme Khamis et al. 2006).

Penggunaan rangkaian neural tidak terkecuali tempiasnya dalam bidang sukan. Silva et al. (2007) dalam kajiannya menyatakan bahawa rangkaian neural sesuai digunakan bagi menyelesaikan permasalahan kompleks seperti pemodelan prestasi dan pengenalpastian bakat dalam bidang sukan khususnya renang. Menurut beliau lagi, penggunaan teknologi rangkaian neural dalam sains sukan membolehkan pembinaan model realistik yang berpotensi tinggi dalam membuat peramalan prestasi. Selain daripada itu, terdapat juga penggunaan rangkaian neural dalam mendiagnosis kesilapan teknik dalam sukan (Bartlett 2006). Corak permainan dan pergerakan pemain ketika dalam sesi latihan juga boleh dikenalpasti dengan menggunakan rangkaian neural. Ini membolehkan pengukuran prestasi para atlet dilakukan dengan mudah dan corak permainan boleh dianalisis bagi mengetahui taktik-taktik permainan oleh pemain. Penyelidikan untuk pengoptimuman prestasi sukan juga telah dijalankan bagi memperbaiki prestasi sukan atlet (Salaami et al. 2008).

3. Metodologi

Smesy terbahagi kepada beberapa fasa iaitu fasa persediaan, diikuti dengan keadaan apabila kaki pemain mula terangkat untuk melompat, keadaan kontak dan akhir sekali iaitu fasa pendaratan (Azmin Sham Rambely et al. 2005).



Rajah 1: Pergerakan ketika smesy
Sumber: Syed Hashim (1995)

Merujuk kepada Rajah 1, kemuncak kepada fasa pergerakan dalam melakukan smesy adalah fasa persediaan (kedudukan 1) dan keadaan ketika kontak (kedudukan). Data pecutan linear pada setiap sendi dalam unit ms^{-2} bagi pepenjuru ketiga-tiga paksi x , y dan z diambil dari kerangka ujian bagi meringkaskan lagi model yang dibina. Rumus Hukum Newton kedua digunakan untuk mendapatkan jumlah daya pada setiap sendi iaitu:

$$\sum_{i=1}^N F_i = \sum m_i a_i \quad (1)$$

dengan

F_i adalah daya pada setiap sendi (Newton)

m_i adalah jisim segmen (kg)

a_i adalah pecutan linear pada setiap sendi (ms^{-2})

Jisim segmen ditentukan dengan merujuk kepada jadual antropologi. Setelah berjaya merekodkan kesemua daya pada sendi yang dijadikan pemboleh ubah kajian, daya pukulan diramal setepat yang mungkin dengan menggunakan rangkaian neural. Data dianalisis menggunakan perisian SPSS. Pemboleh ubah yang dirasakan kurang memberi sumbangan kepada aktiviti smesy diabaikan dalam penganalisan menggunakan rangkaian neural. Data bagi pemboleh ubah yang menunjukkan kolerasi yang tinggi atau yang memberikan sumbangan yang signifikan kepada keputusan sahaja yang diambil kira. Analisis rangkaian neural yang dilakukan terbahagi kepada tiga fasa iaitu fasa latihan, fasa pengesahan dan fasa pengujian. Sebanyak 49 cerapan data digunakan dalam kajian ini yang kesemuanya dibahagikan secara sama rata kepada tiga bahagian secara rawak untuk setiap fasa tersebut. Jumlah pembahagian data untuk setiap fasa adalah terpulung kepada kesesuaian jumlah data yang dikaji.

Rangkaian neural terdiri daripada neuron yang dapat diwakili dengan menggunakan rumus berikut:

$$X_i^k = f \left(\sum_{j=1}^{n_k-p} W_{ij}^k X_j^{k-p} + B_i^k \right) \quad (2)$$

dengan

$$i = 1, 2, \dots, n_k$$

$$k = 1, 2, \dots, l$$

dan X_i^k adalah output bagi neuron ke- i dalam aras ke- k yang merupakan pekali atau pemberat bagi menghubungkan aras ke- j dalam aras yang ke- $(k-p)$, dan B_i^k adalah ralat atau bias. Aras pertama adalah mewakili input manakala aras terakhir adalah mewakili output dan boleh diwakili sebagai X_i bagi nod input dan Y_i bagi nod output. Fungsi $f(\cdot)$ pula dikenali sebagai fungsi penggiat. Algoritma yang paling popular dan digunakan secara meluas dalam rangkaian neural adalah algoritma rambatan balik yang juga dikenali sebagai algoritma penurunan kecerunan (Zuhaimy Ismail & Azme Khamis 2003). Ia bertujuan untuk memperbaiki prestasi rangkaian neural dengan mengubah pemberat di sepanjang kecerunan dan ini akan mengurangkan jumlah ralat (Lee et al. 2009). Algoritma ini adalah berasaskan kepada fungsi objektif, K yang ditakrif sebagai,

$$K = \frac{1}{2} \sum_i \varepsilon_i^2 \quad \text{dengan} \quad \varepsilon_i = y_i(t) - \hat{y}_i(t) \quad (3)$$

Pendekatan melalui darjah kebebasan sesuai digunakan secara terus ke dalam rangkaian neural suap ke hadapan sekiranya rangkaian tersebut mempunyai satu output sahaja. Darjah kebebasan boleh diwakili sebagai:

$$df = N - k \quad (4)$$

dengan

N adalah bilangan cerapan data

k adalah anggaran bilangan parameter

Pemboleh ubah k mewakili anggaran parameter yang bukan sahaja merupakan penghubung pemberat ke output dan parameter pintasan output, malah ia juga merupakan penghubung kepada pemberat yang berhubung secara langsung dengan aras tersembunyi (Azme Khamis et al. 2006). Ia boleh dikira melalui pengiraan berikut:

$$k = n_h(n_i + 2) + 1 \quad (5)$$

dengan

n_h adalah bilangan nod tersembunyi

n_i adalah bilangan nod input.

Bagi sebarang model berparameter, adalah merupakan syarat perlu supaya darjah kebebasan bernilai positif. Kekangan ini memberikan suatu batas atas pada saiz rangkaian. Sekiranya terdapat N cerapan, maka maksimum bilangan saiz nod tersembunyi boleh dikira menggunakan rumus berikut:

$$n_h(\text{maks}) = \frac{N-1}{n_i+2} \quad (6)$$

Nilai R^2 yang tinggi dipertimbangkan dalam membuat pilihan yang terbaik kerana ia akan membentuk graf ramalan yang menghampiri graf dari data sebenar. MRE pula adalah perbezaan mutlak di antara nilai sebenar dengan nilai jangkaan dan dibandingkan pula dengan julat perbezaan di antara nilai terbesar dengan nilai terkecil. Nilai MRE melambangkan tahap kebagusan dalam mengukur kebolehan prestasi rangkaian neural, nilai MRE yang kecil akan menghasilkan keputusan rangkaian neural yang bagus dalam proses meramal kerana julat perbezaan yang kecil antara nilai sebenar dan nilai ramalan.

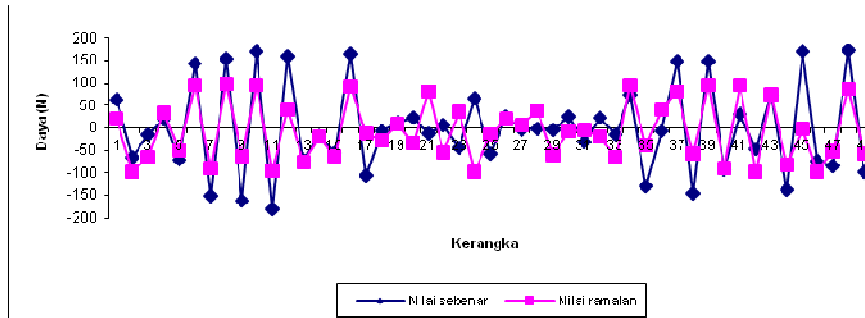
4. Keputusan dan Perbincangan

Data-data daripada 49 kerangka yang terpilih bagi fasa persediaan dimasukkan ke dalam perisian SPSS 12.0. Melalui analisis korelasi Pearson dengan aras keertian 0.01, didapati bahawa ketika fasa persediaan, terdapat lima pemboleh ubah yang berkorelasi dengan pemboleh ubah bulu tangkis iaitu pemboleh ubah buku lali kiri, kaki kiri, tumit kiri juga bahagian atas raket dan bahagian bawah raket. Kelima-lima pemboleh ubah ini mempunyai hubungkait yang tinggi dengan persembahan smesy ketika fasa persediaan dan dapat mempengaruhi keseluruhan daya yang dikenakan.

Fasa persediaan adalah keadaan ketika pemain menghentak kaki dengan kuat ke tanah dan di sini daya yang banyak dikumpulkan di bahagian kaki dan kemudiannya disalurkan ke tangan untuk memukul bulu tangkis. Bahagian kaki yang banyak mempengaruhi persembahan smesy pada fasa ini adalah kaki kiri. Perkara ini dapat dijelaskan melalui hasil analisis korelasi yang menunjukkan bahawa buku lali kiri, kaki kiri dan tumit kiri yang menunjukkan terdapat hubungan rapat sendi terbabat dengan persembahan smesy. Kesemua data daripada pemboleh ubah tersebut kemudiannya dijadikan sebagai data input dan data oleh pemboleh ubah bulu tangkis pula dijadikan sebagai data output yang akan diramal daya menggunakan rangkaian neural dengan perisian MATLAB. Kombinasi fungsi penggiat juga diselidik untuk mencari nilai purata ralat perbandingan, MRE yang rendah dan nilai pekali penentuan R^2 yang tinggi dengan melibatkan kombinasi fungsi penggiat jenis

Logsigmoid dan Logsigmoid (LL), Logsigmoid dan Purelin (LP), Logsigmoid dan Tansigmoid (LT), Tansigmoid dan Purelin (TP), Tansigmoid dan Logsigmoid (TL), Tansigmoid dan Tansigmoid (TT), Purelin dan Purelin (PP), Purelin dan Logsigmoid (PL) dan Purelin dan Tansigmoid (PT) (Azme Khamis et al. 2006).

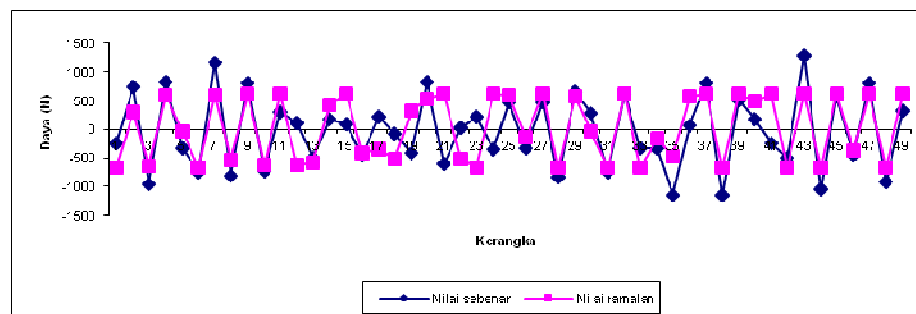
Melalui kaedah cuba jaya dalam memilih bilangan nod tersembunyi dan jenis kombinasi fungsi penggiat yang terbaik, kombinasi fungsi penggiat yang menjadi pilihan adalah daripada jenis Tansigmoid dan Tansigmoid (TT). Kombinasi fungsi penggiat jenis Tansigmoid dan Tansigmoid (TT) dengan 5 nod tersembunyi didapati memberikan keputusan yang paling menghampiri data asal. Daripada model rangkaian neural 5-1-1, dapat diketahui bahawa ketepatan prestasi ramalan, R^2 mencapai sehingga 57% ketepatan dengan nilai R sebanyak 0.75339 dan nilai MRE sebanyak 0.102702 (Rujuk Rajah 2).



Rajah 2: Peramalan daya pukulan smesy yang dikenakan pada fasa persediaan

Rajah di atas menunjukkan bahawa nilai daya ramalan ketara perbezaannya dengan daya sebenar pada beberapa kerangka ujian. Nilai ramalan tidak bergantung sepenuhnya terhadap data terdahulu atau nilai daya sebenar. Ini memandangkan kerana prestasi terbaik rangkaian neural dalam membuat peramalan hanya mencapai 57%. Perkara yang sama diuji pula pada keadaan ketika kontak dengan melibatkan pemboleh ubah input leher, pergelangan tangan kanan, jari kanan, tumit kanan, bahagian bawah raket dan pusat jisim. Pemboleh ubah output masih lagi pemboleh ubah bulu tangkis. Kesemua ini dipertimbangkan melalui analisis korelasi Pearson dengan ujian 2-hujung pada aras keertian $p < 0.01$. Di sini, dapat disimpulkan bahawa tangan sebelah kanan yang diwakili oleh sendi pergelangan tangan kanan dan jari kanan didapati memainkan peranan penting dalam persembahan smesy pada keadaan ketika kontak, begitu juga kaki sebelah kanan yang diwakili oleh tumit kanan. Tidak hairanlah keputusan sedemikian diperolehi kerana pemain badminton yang menggunakan tangan kanan sahaja yang dipertimbangkan sebagai subjek kajian kerana kedominanan pemain badminton yang bermain dengan tangan kanan.

Melalui kaedah cuba jaya dalam memilih bilangan nod tersembunyi dan jenis kombinasi fungsi penggiat yang terbaik pada keadaan ketika kontak, kombinasi fungsi penggiat yang menjadi pilihan adalah daripada jenis Tansigmoid dan Tansigmoid (TT). Kombinasi fungsi penggiat jenis Tansigmoid dan Tansigmoid (TT) dengan 6 nod tersembunyi didapati memberikan keputusan yang memuaskan dan paling menghampiri data asal. Daripada model rangkaian neural 6-1-1, dapat diketahui bahawa ketepatan prestasi ramalan, R^2 mencapai sehingga 80% ketepatan dengan nilai R sebanyak 0.73569 dan nilai MRE sebanyak 0.154243 (Rujuk Rajah 3).



Rajah 3: Peramalan daya pukulan smesy yang dikenakan pada keadaan ketika kontak

Keputusan ramalan daya pada keadaan ketika kontak ini lebih memuaskan berbanding keputusan pada fasa persediaan. Nilai ramalan dapat menyokong data terdahulu atau nilai daya sebenar kerana penghampiran kepada data asal dengan prestasi terbaik rangkaian neural dalam membuat peramalan berjaya mencapai 80% ketepatan. Dapat dirumuskan di sini bahawa rangkaian neural mampu untuk dijadikan sebagai satu alternatif peramalan

yang melibatkan data-data dalam bidang biomekanik dan memberikan prestasi yang memuaskan dalam membuat peramalan.

5. Kesimpulan

Sekiranya dilihat daripada kajian-kajian terdahulu, boleh dikatakan jarang sekali penyelidikan yang menggunakan kaedah rangkaian neural untuk membina model ramalan bagi peramalan daya bagi sesuatu aktiviti sukan. Melalui projek penyelidikan ini, dapat diketahui bahawa rangkaian neural boleh dijadikan sebagai satu kaedah untuk meramal daya atau pun sebagai kegunaan peramalan pada kajian akan datang dalam bidang sukan biomekanik.

Beberapa objektif kajian telah berjaya dicapai iaitu dapat dikenalpasti sendi yang mempunyai hubungkait dengan persembahan smesy pada dua fasa yang dipertimbangkan iaitu pada fasa persediaan dan fasa ketika kontak yang diperolehi melalui analisis korelasi sendi-sendi yang berkenaan menggunakan perisian SPSS. Peramalan daya dapat dilakukan dengan baik menggunakan model rangkaian neural yang dibina melalui perisian MATLAB, dengan kata lain rangkaian neural boleh digunakan dalam meramal data berkaitan biomekanik. Gabungan fungsi penggiat yang terbaik juga dapat diselidik dan rangkaian neural terbukti mampu meramal dengan baik berdasarkan kepada data yang terdahulu. Namun begitu, dalam usaha penyelidikan menyiapkan projek penyelidikan ini, terdapat beberapa kekangan yang dikenalpasti, antaranya ialah saiz data yang agak kecil iaitu sebanyak 49 cerapan sahaja yang menyebabkan peramalan tidak dapat dilakukan dengan lebih tepat dan menyebabkan kepada keterbatasan kemampuan rangkaian neural dalam membuat peramalan yang jitu. Ini terbukti dengan prestasi ramalan pada fasa persediaan yang hanya mencapai 57% ketepatan.

Kemungkinan besar juga ianya disebabkan oleh ketidaksesuaian nilai parameter dan bilangan nod di aras tersembunyi yang dipilih sehingga menyebabkan jawapan mencapah daripada sasaran sebenar. Sekiranya terlalu sedikit nod tersembunyi yang digunakan, boleh mengakibatkan keupayaan rangkaian neural untuk mempelajari pola pada data menjadi lemah dan sekiranya terlalu banyak pula akan mengganggu keupayaan rangkaian neural dan kebarangkalian untuk mengalami keadaan lebih latihan adalah tinggi. Pengabaian kepada masalah multikolineariti dalam data kajian juga perlu diambil perhatian (Zuhaimy Ismail & Azme Khamis 2003) kerana ianya secara tak langsung menyebabkan hasil keputusan yang tidak tepat diperolehi yang mana pemboleh ubah input mestilah tidak bergantung kepada mana-mana pemboleh ubah lain supaya hasil keputusan tidak terganggu dan tidak dipengaruhi oleh pemboleh ubah lain.

Hasil daripada projek penyelidikan yang dijalankan, dapat disimpulkan bahawa kaedah peramalan menggunakan rangkaian neural adalah suatu pendekatan yang memuaskan dan meyakinkan dalam membuat peramalan daya dalam suatu persembahan sukan khususnya smesy dalam permainan badminton. Ianya berguna dalam menjangka daya yang akan dikenakan pada persembahan berikutnya dan menganalisis corak persembahan permainan keseluruhannya bagi merancang taktik permainan dan menyusun strategi permainan yang lebih teratur.

Penghargaan

Penyelidik berbesar hati untuk mengucapkan ribuan terima kasih diatas pembiayaan penyelidikan ini melalui peruntukan Dana Kecemerlangan, Universiti Teknologi MARA (UiTM).

Rujukan

- Azme Khamis, Zuhaimy Ismail, Khalid Haron & Ahmad Tarmizi Mohammed. (2006). Neural network model for oil palm yield modelling. *Journal of Applied Sciences*, 6(2), 391-399.
- Azmin Sham Rambely, Wan Abu Bakar Wan Abas & Mohd. Safrulsahar Yusof. (2005). The analysis of the jumping smash in the game of badminton. *Scientific Proceedings of the XXIIIth International Symposium on Biomechanics in Sports*, 23(2), 671-674.
- Baboo, S. S., & Shereef, I. K. (2010). An efficient weather forecasting system using artificial neural network. *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(1), 321-326.
- Bartlett, R. (2006). Artificial intelligence in sports biomechanics: New dawn or false hope?. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 474-479.
- Lee, Z. S., Mohd Aizaini Maarof, Ali Selamat & Siti Mariyam Shamsuddin. (2009). Text content analysis for illicit web pages by using neural networks. *Jurnal Teknologi*, 50(D), 73-91.

Md Salam, Dzulkifli Mohamad & Sheikh Salleh. (2011). Malay isolated speech recognition using neural network: A work in finding number of hidden nodes and learning parameters. *The International Arab Journal of Information Technology*, 8, 4: 364-371.

Salaami, F., Jamshidi, N., Rostami, M., & Najarian, S. (2008). Power enhancement of weightlifters during snatch through reducing torque on joints by particle swarm optimization. *American Journal of Applied Sciences*, 12(5), 1670-1675.

Shanthi, D., Sahoo, G. & Saravanan, N. (2010). Designing an artificial neural network model for the prediction of thrombo-embolic stroke. *International Journals of Biometric and Bioinformatics*, 3(1), 10-18.

Silva, A. J., Costa, A. M., Oliveira, P. M., Reis, V. M., Saavedra, J., Perl, J., Rouboa, A., & Marinho, D. A. (2007). The use of neural network technology to model swimming performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 117-125.

Syed Hashim Mohamed Alkhred. (1995). *Badminton* (Ed. ke-9). Shah Alam: Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd.

Yusoff, A. R., & Aziz, I. A. (2009). Predicting boiler emission by using artificial neural networks. *Jurnal Teknologi*, 50(F), 15-28.

Zuhaimy Ismail & Azme Khamis. (2003). Rangkaian neural dalam peramalan harga minyak kelapa sawit. *Jurnal Teknologi*, 39(C), 17-28