

JARINGAN SARAF TIRUAN DALAM MEMPREDIKSI SUKUK NEGARA RITEL BERDASARKAN KELOMPOK PROFESI DENGAN BACKPROPAGATION DALAM MENDORONG LAJU PERTUMBUHAN EKONOMI

¹Solikhun, ²Agus Perdana Windarto, ³Handrizal, ⁴M.Fauzan

^{1,4}Program Studi Manajemen Informatika, AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar

^{2,3}Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar

Jln. Jenderal Sudirman Blok A No. 1,2,3 Pematangsiantar

solikhun@amiktunasbangsa.ac.id, zhantura.gusti@gmail.com,

handrizal_tanjung@yahoo.com, mfauzan57@yahoo.com

ABSTRAK

Sukuk Ritel Negara adalah Surat berharga Syariah yang diterbitkan dan penjualannya diatur oleh Negara, yaitu Departemen Keuangan (*depkeu*). Dimana pemerintah akan memilih agen penjual dan konsultasi hukum sukuk ritel. Agen penjual haruslah wajib memiliki komitmen terhadap pemerintah dalam pengembangan pasar sukuk dan berpengalaman dalam menjual produk keuangan syariah. Penerbitan instrumen ini diibaratkan sebuah "*simbiosis mutualis*" antara Pemerintah dan Masyarakat, dimana keduanya sama-sama memperoleh keuntungan. Pemerintah selaku penerbit memperoleh keuntungan berupa penggunaan dana dari masyarakat, sedangkan masyarakat memperoleh keuntungan dari investasi yang dilakukan. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pemerintah dan Bank untuk dapat melakukan promosi secara maksimal untuk penerbitan sukuk berikutnya. Data yang digunakan adalah data dari kemenkeu melalui website www.djppr.kemenkeu.go.id. Data tersebut adalah data penjualan sukuk dengan seri 001 – 007 yang dikelompokkan dalam beberapa kategori yakni *geografis*, *profesi* dan kategori umur. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *Backpropagation*. Variabel masukan (*input*) yang digunakan adalah PNS (X1), Pegawai Swasta (X2), IRT (X3), Wiraswasta (X4), TNI/Polri (X5) dan Lainnya (X6) dengan model arsitektur pelatihan dan pengujian sebanyak 4 arsitektur yakni 6-2-1, 6-5-1, 6-2-5-1 dan 6-5-2-1. Keluaran (*output*) yang dihasilkan adalah pola terbaik dari arsitektur JST. Model arsitektur terbaik adalah 6-5-2-1 dengan epoch 37535, MSE 0,0009997295 dan tingkat akurasi 100%. Dari model ini akan dilakukan analisis sensitivitas untuk melihat variabel yang memiliki performa terbaik dan diperoleh variabel Pegawai Swasta (X2) dengan skor 0,3268. Sehingga didapat hasil prediksi investor terbanyak pada pembelian sukuk untuk seri 008 berikutnya berdasarkan kategori profesi adalah Pegawai Swasta.

Kata Kunci: Sukuk, JST, Backpropagation, Analisis Sensivitas dan Prediksi



I. PENDAHULUAN

Dalam rangka mendorong laju pertumbuhan ekonomi menjadi lebih tinggi, Pemerintah menerapkan kebijakan anggaran ekspansif. Konsekuensi dari penerapan kebijakan ini adalah timbulnya pengeluaran yang lebih besar dari penerimaan negara. Kondisi pengeluaran yang lebih besar dari penerimaan negara lazim disebut sebagai defisit anggaran. Dalam membiayai defisit anggaran, Pemerintah memiliki berbagai instrumen baik berupa pinjaman langsung maupun penerbitan Surat Berharga Negara (SBN). Untuk membiayai defisit anggaran tersebut Pemerintah dapat pula melakukan mobilisasi dana dari masyarakat atau menghimpun partisipasi masyarakat untuk turut membiayai defisit anggaran melalui penerbitan Surat Berharga Negara.

Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk menghimpun dana dari masyarakat adalah Sukuk Negara Ritel. Sukuk Ritel Negara adalah Surat berharga Syariah yang diterbitkan dan penjualannya diatur oleh Negara, yaitu Departemen Keuangan (*depkeu*). Dimana pemerintah akan memilih agen penjual dan konsultasi hukum sukuk ritel. Agen penjual haruslah wajib memiliki komitmen terhadap pemerintah dalam pengembangan pasar sukuk dan berpengalaman dalam menjual produk keuangan syariah. Penerbitan instrumen ini diibaratkan sebuah "*simbiosis mutualis*" antara Pemerintah dan Masyarakat, dimana keduanya sama-sama memperoleh keuntungan. Pemerintah selaku penerbit memperoleh keuntungan berupa penggunaan dana dari masyarakat, sedangkan masyarakat memperoleh keuntungan dari investasi yang dilakukan.

Sejak diterbitkan pertama kali pada tahun 2009, nominal penerbitan Sukuk Negara Ritel terus mengalami peningkatan. Demikian halnya dengan jumlah masyarakat yang berinvestasi juga menunjukkan peningkatan yang signifikan. Seiring dengan meningkatnya kesadaran berinvestasi, Sukuk Negara Ritel tentu menjadi instrumen investasi yang banyak ditunggu masyarakat. Penerbitan instrumen ini sebenarnya juga merupakan edukasi kepada masyarakat agar melakukan transformasi dari masyarakat yang berorientasi menabung (*savings-oriented society*) menjadi masyarakat berorientasi investasi (*investments-oriented*



society). Tantangan lainnya adalah karena minat investor yang sangat besar menyebabkan akses investor terhadap instrumen ini menjadi penuh persaingan.

Banyak investor pemula yang tidak dapat memiliki instrumen ini. Untuk mengatasi keadaan ini, perlu sebuah kajian yang dapat memprediksi jumlah investor dan volume pembelian Sukuk Negara Ritel kedepannya berdasarkan kelompok profesi yang nantinya dapat menentukan market pasar dari kelompok profesi tersebut. Dengan model ini diharapkan dapat menjadi masukan kepada pihak Bank Syariah atau Konvensional yang dipercaya dalam menjual Sukuk Negara Ritel untuk memasarkan instrumen tersebut di kelompok profesi. Sehingga pihak Bank dapat memaksimalkan penjualan Sukuk Ritel Negara ke lapisan masyarakat sehingga masa yang akan datang masyarakat dapat berpartisipasi dalam pembangunan proyek monumental yang bermanfaat bagi Negara melalui investasi pada Sukuk Negara Ritel.

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelegent*)

Kecerdasan buatan atau disebut juga *Artificial Intelegent* (AI) merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia (M. Dahria, 2008).

2. Jaringan Saraf Tiruan

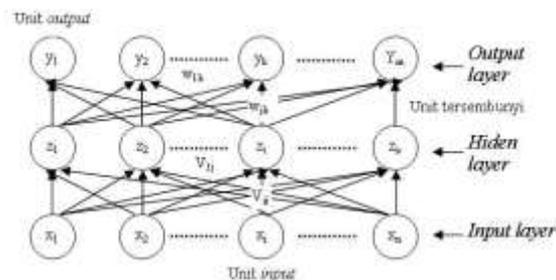
Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan salah satu representasi buatan otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Salah satu bidang di mana JST dapat diaplikasikan dengan baik adalah bidang peramalan (Marleni Anike, Suyoto, And Ernawati, 2012).

3. Arsitektur *Backpropogation*

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih lapis tersembunyi. Pada gambar 2.7 di bawah adalah arsitektur *Backpropagation* dengan n buah



masukan ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) ditambah sebuah bias, sebuah lapis tersembunyi yang terdiri dari j unit ditambah sebuah bias, serta k buah unit keluaran [3].



Gambar 1 Arsitektur *Backpropagation* dengan 3 layer

Simbol-simbol yang digunakan ini tidaklah mutlak, bisa saja berganti dengan simbol-simbol yang lainnya asalkan fungsi logika yang dimaksudkannya tetap sama. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa jika output memberikan hasil yang salah, maka penimbang (bobot) dikoreksi supaya *error*-nya (galat) dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati harga yang benar (Z. A. Matondang, 2013).

4. Langkah-Langkah Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

Langkah-langkah dalam Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* meliputi tiga fase yaitu :

1. Fase I : Propagasi Maju

Selama propagasi maju, sinyal masukan ($= x_i$) dipropagasikan ke lapis tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit lapis tersembunyi ($= z_j$) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke lapis tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaran jaringan ($= y_k$). Berikutnya, keluaran jaringan ($= y_k$) dibandingkan dengan target yang harus dicapai ($= t_k$). Selisih $t_k - y_k$ adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasikan untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

2. Fase II : Propagasi Mundur

Berdasarkan kesalahan $t_k - y_k$, dihitung faktor δ_k ($k=1, 2, \dots, m$) yang dipakai untuk



mendistribusikan kesalahan di unit y_k ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k . δ_k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang menghubungkan langsung dengan unit keluaran. Dengan cara yang sama, dihitung δ_j di setiap unit di lapis tersembunyi sebagai dasar perubahan bobot semua garis yang berasal dari unit tersembunyi di lapis di bawahnya. Demikian seterusnya hingga faktor δ di unit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.

3. Fase III : Perubahan Bobot

Setelah semua faktor δ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamaan. Perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor δ neuron di lapis atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot garis yang menuju ke lapis keluaran didasarkan atas dasar δ_k yang ada di unit keluaran. Ketiga fase tersebut diulang ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan (A. Jumarwanto, 2009).

Algoritma pelatihan untuk jaringan *Backpropagation* dengan satu layar tersembunyi (dengan fungsi *aktivasi sigmoid biner*) adalah (D. O, 2010):

Langkah 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.

Langkah 1 : Jika kondisi penghentian belum dipenuhi, lakukan langkah 2-8.

Langkah 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8.

Langkah 3 : Langkah 3 (langkah 3-5 merupakan fase 1).

Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.

Langkah 4 : Hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$).

$$Z_{net_j} = V_{j0} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ji}$$

$$Z_j = f(Z_{net_j}) = \frac{1}{1 + \exp(-z_{net_j})}$$

Langkah 5 : Hitung semua keluaran jaringan di unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$) :



$$y_{net_k} = W_{k0} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{kj}$$

Menghitung kembali sesuai dengan fungsi aktivasi:

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

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp(-y_{net_k})}$$

Langkah 6 : (langkah 6-7 merupakan fase 2)

Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$).

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

$$t_k = target$$

keluaran δk merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar dibawahnya. Hitung perubahan bobot w_{kj} dengan laju pemahaman α .

$$\Delta W_{kj} = \alpha \delta_k z_j, k = 1, 2, \dots, m, j = 0, 1, \dots, p$$

Langkah 7 : Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{kj}$$

Faktor δ unit tersembunyi.

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(Z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji} .

$$\Delta V_{ji} = \alpha \delta_j x_i, j = 1, 2, \dots, p, i = 0, 1, \dots, n$$

Langkah 8 : Hitung semua perubahan bobot. Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran, yaitu

$$W_{kj}(baru) = W_{kj}(lama) + \Delta W_{kj},$$

$$k = 1, 2, \dots, m, j = 0, 1, \dots, p$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi, yaitu:



$$V_{ji}(\text{baru}) = V_{ji}(\text{lama}) + \Delta V_{ji},$$
$$j = 1, 2, \dots, p, i = 0, 1, \dots, n$$

5. *Sum Square Error dan Root Mean Square*

Error Kesalahan pada keluaran jaringan merupakan selisih antara keluaran sebenarnya dengan keluaran yang diinginkan. Selisih yang dihasilkan antara keduanya biasanya ditentukan dengan cara dihitung menggunakan suatu persamaan. *Sum Square Error* (SSE) dihitung sebagai berikut :

1. Hitung keluaran jaringan Saraf untuk masukan pertama.
2. Hitung selisih antara nilai keluaran jaringan Saraf dan nilai target yang diinginkan untuk setiap keluaran.
3. Kuadratkan setiap keluaran kemudian hitung seluruhnya. Adapun rumusnya adalah:

$$SSE = \sum_p \sum_j (w_{jp} - x_{jp})^2$$

Di mana :

$jp W$ = nilai keluaran jaringan Saraf

$jp X$ = nilai target/yang diinginkan untuk setiap keluaran

Sedangkan *Root Mean Square Error* (RMS *Error*) dihitung dengan cara sebagai berikut:

1. Hitung SSE.
2. Hasilnya dibagi dengan perkalian antara banyaknya data pada pelatihan dan banyaknya keluaran, kemudian diakarkan.

$$RMS \text{ Error} = \sqrt{\frac{\sum_p \sum_j (w_{jp} - x_{jp})^2}{N_p - N_o}}$$

Di mana :

$jp T$ = nilai keluaran jaringan Saraf.

$jp X$ = nilai target/yang diinginkan untuk setiap keluaran.

np = jumlah seluruh pola.

no = jumlah keluaran(Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, And Budiharjo,



2016)

6. *Analisis Sensivitas*

Analisis sensitivitas bertujuan untuk melihat perubahan *output* dari model yang didapatkan jika dilakukan perubahan terhadap input dari model. Selain itu analisis ini berguna untuk mengetahui variabel mana yang lebih berpengaruh atau sensitif untuk mencapai *output* akurat dari model yang dikembangkan (M. M. Hidayat, 2013).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Sistem

a. Pendefinisian *Input* dan Target

Data Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan kelompok profesi selanjutnya akan diolah oleh Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *backpropogation*. Agar data dapat dikenali oleh Jaringan Saraf Tiruan, maka data harus direpresentasikan ke dalam bentuk numerik antara 0 sampai dengan 1, baik variabel maupun isinya yang merupakan masukan data Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan kelompok profesi sebagai pengenalan pola dan keluaran yang merupakan prediksi pembelian Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan kelompok profesi yang diperoleh dari model arsitektur terbaik pada saat penentuan pola terbaik. Hal ini dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner (logsig) yang rangenya dari 0 sampai 1. Nilai-nilai yang digunakan diperoleh berdasarkan kategori dari masing-masing variabel selain juga untuk memudahkan mengingat dalam pendefinisianya.

b. Pendefinisian *Input*

Variabel Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan kelompok profesi adalah kriteria yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan pada penilaian dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Variabel ditentukan dengan cara melihat ketergantungan data terhadap penelitian yang dilakukan. Kriteria yang digunakan berdasarkan Kementerian Keuangan Republik Indonesia dari website url: www.djppr.kemenkeu.go.id. Adapun daftar



variabel dalam memprediksi Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan kelompok profesi tertera pada tabel 1 :

Tabel 1 : Daftar Kriteria Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan kelompok profesi

| No | Variabel | Nama Kriteria |
|----|----------|------------------------|
| 1 | X1 | Pegawai Negeri Sipil |
| 2 | X2 | Pegawai Swasta |
| 3 | X3 | Ibu Rumah Tangga (IRT) |
| 4 | X4 | Wiraswasta |
| 5 | X5 | TNI/Polri |
| 6 | X6 | Lainnya |

Sumber : Kemenkeu

Data input diperoleh dari website kemenkeu tentang hasil penjualan Sukuk Ritel Negara. Hasil Penjualan Sukuk Ritel Negara akan dicatatkan di PT. Bursa Efek Indonesia. Penjualan Sukuk Ritel Negara terdiri dari beberapa kelompok yakni geografis, profesi dan kategori umur. Hasil Penjualan Sukuk Ritel (SR) Negara mulai dari SR001, SR002, SR003, SR004, SR005, SR006 dan SR007.

Data sampel yang digunakan adalah hasil penjualan Sukuk Ritel (SR) Negara SR001 sampai dengan SR007 berdasarkan kelompok profesi yang terdiri dari PNS, Pegawai Swasta, Ibu Rumah Tangga, Wiraswasta, TNI/Polri dan Lainnya yang terdiri dari 7 data dan masing masing data memiliki 6 variabel dan 1 target. Data ini nantinya akan ditransformasikan ke sebuah data antara 0 sampai 1 sebelum dilakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan metode *backpropagation* dengan rumus :

$$x' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1$$

c. Pendefinisian Target

Adapun data target adalah jumlah investor Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan profesi yang dikelompokkan berdasarkan Sukuk Ritel (SR) Negara.



2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab 6.1 aplikasi perangkat lunak. Sampel Data adalah jumlah investor Sukuk Ritel (SR) Negara berdasarkan profesi yang dikelompokkan berdasarkan Sukuk Ritel (SR) Negara. Data ini akan digunakan pada data pelatihan dan data pengujian. Sampel data yang telah diproses dan ditransformasikan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Sampel data mentah Kelompok Profesi Berdasarkan Jumlah Investor

| No | Nama | Variabel | | | | | | Target |
|----|--------|----------|------|------|------|-----|------|--------|
| | | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | |
| 1 | SR-001 | 1577 | 5578 | 1560 | 2420 | 40 | 3121 | 14295 |
| 2 | SR-002 | 4099 | 3801 | 3427 | 3274 | 79 | 2550 | 17231 |
| 3 | SR-003 | 3553 | 3677 | 2847 | 2956 | 63 | 2391 | 15487 |
| 4 | SR-004 | 5074 | 3643 | 2849 | 3505 | 56 | 2479 | 17606 |
| 5 | SR-005 | 814 | 5075 | 2956 | 4437 | 350 | 4151 | 17783 |
| 6 | SR-006 | 2713 | 9509 | 5894 | 7934 | 496 | 8146 | 34692 |
| 7 | SR-007 | 2097 | 7629 | 4806 | 8980 | 214 | 5980 | 29706 |

Sumber : Kemenkeu

Tabel 3. Sampel dari data yang telah ditransformasikan

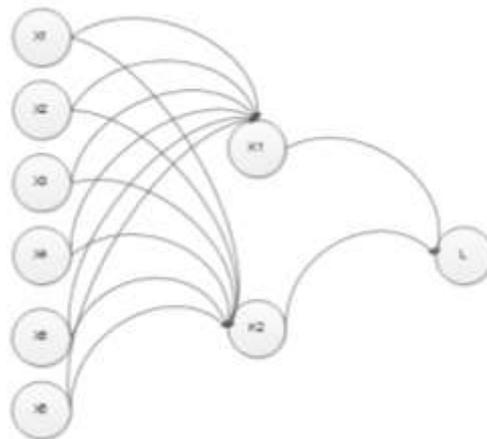
| No | Nama | Variabel | | | | | | Target |
|----|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | |
| 1 | SR-001 | 0,1355 | 0,2279 | 0,1351 | 0,1549 | 0,1000 | 0,1711 | 0,4291 |
| 2 | SR-002 | 0,1937 | 0,1868 | 0,1782 | 0,1747 | 0,1009 | 0,1580 | 0,4969 |
| 3 | SR-003 | 0,1811 | 0,1840 | 0,1648 | 0,1673 | 0,1005 | 0,1543 | 0,4566 |
| 4 | SR-004 | 0,2162 | 0,1832 | 0,1648 | 0,1800 | 0,1004 | 0,1563 | 0,5055 |
| 5 | SR-005 | 0,1179 | 0,2162 | 0,1673 | 0,2015 | 0,1072 | 0,1949 | 0,5096 |
| 6 | SR-006 | 0,1617 | 0,3186 | 0,2352 | 0,2822 | 0,1105 | 0,2871 | 0,9000 |
| 7 | SR-007 | 0,1475 | 0,2752 | 0,2100 | 0,3064 | 0,1040 | 0,2371 | 0,7849 |



Sumber : Kemenkeu

3. Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan yang digunakan untuk dalam memprediksi Sukuk Negara (SR) Ritel berdasarkan kelompok profesi dengan *backpropagation* dengan langkah pembelajaran feedforward. Jaringan ini memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan (*input*), lapisan keluaran (*output*) dan beberapa lapisan tersembunyi (*hidden*). Lapisan tersembunyi tersebut membantu jaringan untuk dapat mengenali lebih banyak pola masukan dibandingkan dengan jaringan yang tidak memiliki lapisan tersembunyi. Parameter-parameter dalam pembentukan jaringan *backpropagation* menggunakan 6 variabel masukan, 1 atau lebih lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran. Adapun model arsitektur yang digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik adalah 6-2-1, 6-5-1, 6-2-5-1 dan 6-5-2-1. Model sampel arsitektur 6-2-1 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan dalam memprediksi Sukuk Negara (SR) Ritel berdasarkan kelompok profesi

Jaringan Saraf yang akan dibangun adalah algoritma propagasi balik (*backpropagation*) dengan fungsi aktivasi *Sigmoid*. Fungsi aktivasi dalam Jaringan Saraf Tiruan dipakai untuk proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai aktual *output* pada *output layer*.

4. Pendefinisian Output

Hasil yang diharapkan pada tahap ini adalah deteksi pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi Sukuk Negara (SR) Ritel berdasarkan kelompok profesi. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:



- a. Untuk mengetahui prediksi Sukuk Negara (SR) Ritel berdasarkan kelompok profesi tentu saja didasarkan pada hasil penjualan Sukuk Negara Ritel. Output dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik dalam memprediksi Sukuk Negara (SR) Ritel berdasarkan kelompok profesi dengan melihat *error minimum*.
- b. Kategorisasi Output pelatihan (*train*) dan pengujian (*test*)
Kategori untuk output ditentukan oleh tingkat *error minimum* dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4. Data Kategorisasi

| No | Keterangan | Error Minimum |
|----|------------|---------------|
| 1 | Benar | 0.05 - 0.001 |
| 2 | Salah | > 0.05 |

5. Perancangan arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Perancangan arsitektur Jaringan Saraf Tiruan untuk data pelatihan dan pengujian, maka digunakan 6 variabel input yaitu:

- X_1 = PNS
- X_2 = Peg.Swasta
- X_3 = Ibu Rumah Tangga
- X_4 = Wiraswasta
- X_5 = TNI/Polri
- X_6 = Lainnya

Berikut tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam pengguna algoritma propagasi balik dengan fungsi aktivasi sigmoid. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi (*initialization*), merupakan tahap di mana variabel-variabel nilai akan diset atau didefinisikan terlebih dahulu, misalnya seperti: nilai data input, *weight*, nilai *output* yang diharapkan, *learning rate* dan nilai-nilai data lainnya.
2. Aktivasi (*activation*), merupakan proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai *actual output* pada *output layer*.



3. *Weight Training*, merupakan proses perhitungan nilai *error gradient* pada *output layer* dan menghitung nilai *error gradient* pada *hidden layer*
4. *Iteration*, merupakan tahap akhir dalam pengujian, dimana jika masih terjadi *error minimum* yang diharapkan belum ditemukan maka kembali pada tahap aktivasi (*activation*).

a. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 6-2-1

Berikut adalah hasil pengujian dengan 7 data pengujian dengan pola pengujian 6-2-

1. Data hasil pengujian dan Pelatihan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pelatihan dan Pengujian dengan Model 16-2-1

| Pelatihan (Train) | | | | | Pengujian (Test) | | | | |
|-----------------------|--------|------------|---------|---------------------|------------------|--------|------------|--------|---------------------|
| No | Target | Output JST | Error | SSE | No | Target | Output JST | Error | SSE |
| 1 | 0,4291 | 0,4360 | -0,0069 | 0,0000476042 | 1 | 0,4291 | 0,0375 | 0,3916 | 0,1533508890 |
| 2 | 0,4969 | 0,5304 | -0,0335 | 0,0011233897 | 2 | 0,4969 | 0,0495 | 0,4474 | 0,2001515436 |
| 3 | 0,4566 | 0,4307 | 0,0259 | 0,0006718348 | 3 | 0,4566 | 0,0425 | 0,4141 | 0,1714951887 |
| 4 | 0,5055 | 0,5410 | -0,0355 | 0,0012573754 | 4 | 0,5055 | 0,0650 | 0,4405 | 0,1940759407 |
| 5 | 0,5096 | 0,4911 | 0,0185 | 0,0003432444 | 5 | 0,5096 | 0,0292 | 0,4804 | 0,2308099650 |
| 6 | 0,9000 | 0,9322 | -0,0322 | 0,0010368400 | 6 | 0,9000 | 0,0354 | 0,8646 | 0,7475331600 |
| 7 | 0,7849 | 0,7347 | 0,0502 | 0,0025190034 | 7 | 0,7849 | 0,0689 | 0,7160 | 0,5126412143 |
| Total | | | | 0,0069992920 | Total | | | | 2,2100579013 |
| MSE | | | | 0,0009998989 | MSE | | | | 0,3157225573 |
| Akurasi Kebenaran (%) | | | | | | | | | 71 |

b. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 6-5-1

Berikut adalah hasil pengujian dengan 7 data pengujian dengan pola pengujian 6-5-

1. Data hasil pengujian dan Pelatihan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pelatihan dan Pengujian dengan Model 16-5-1

| Pelatihan (Train) | | | | | Pengujian (Test) | | | | |
|-------------------|--------|------------|---------|--------------|------------------|--------|------------|---------|--------------|
| No | Target | Output JST | Error | SSE | No | Target | Output JST | Error | SSE |
| 1 | 0,4291 | 0,4302 | -0,0011 | 0,0000012091 | 1 | 0,4291 | 0,9950 | -0,5659 | 0,3202423346 |



| | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|---------|---------------------|-------|--------|--------|-----------|---------------------|
| 2 | 0,4969 | 0,5490 | -0,0521 | 0,0027161823 | 2 | 0,4969 | 0,9884 | -0,4915 | 0,2415889669 |
| 3 | 0,4566 | 0,4582 | -0,0016 | 0,0000024971 | 3 | 0,4566 | 0,9920 | -0,5354 | 0,2866319844 |
| 4 | 0,5055 | 0,4444 | 0,0611 | 0,0037381619 | 4 | 0,5055 | 0,9773 | -0,4718 | 0,2225570166 |
| 5 | 0,5096 | 0,5187 | -0,0091 | 0,0000823219 | 5 | 0,5096 | 0,8759 | -0,3663 | 0,1341560153 |
| 6 | 0,9000 | 0,8784 | 0,0216 | 0,0004665600 | 6 | 0,9000 | 0,6855 | 0,2145 | 0,0460102500 |
| 7 | 0,7849 | 0,7868 | -0,0019 | 0,0000036493 | 7 | 0,7849 | 0,9791 | -0,1942 | 0,0377176505 |
| Total | | | | 0,0070105817 | Total | | | | 1,2889042182 |
| MSE | | | | 0,0010015117 | MSE | | | | 0,1841291740 |
| Akurasi Kebenaran (%) | | | | | | | | 71 | |

c. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 6-2-5-1

Berikut adalah hasil pengujian dengan 7 data pengujian dengan pola pengujian 6-2-5-1. Data hasil pengujian dan Pelatihan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Pelatihan dan Pengujian dengan Model 16-2-5-1

| Pelatihan (Train) | | | | | Pengujian (Test) | | | | |
|-----------------------|--------|------------|---------|--------------------|------------------|--------|------------|-----------|---------------------|
| No | Target | Output JST | Error | SSE | No | Target | Output JST | Error | SSE |
| 1 | 0,4291 | 0,4664 | -0,0373 | 0,0013912587 | 1 | 0,4291 | 0,9926 | -0,5635 | 0,3175317766 |
| 2 | 0,4969 | 0,4977 | -0,0008 | 0,0000006675 | 2 | 0,4969 | 0,9906 | -0,4937 | 0,2437564817 |
| 3 | 0,4566 | 0,4113 | 0,0453 | 0,0020538821 | 3 | 0,4566 | 0,9923 | -0,5357 | 0,2869533026 |
| 4 | 0,5055 | 0,5543 | -0,0488 | 0,0023774879 | 4 | 0,5055 | 0,9891 | -0,4836 | 0,2338297806 |
| 5 | 0,5096 | 0,4850 | 0,0246 | 0,0006064821 | 5 | 0,5096 | 0,9938 | -0,4842 | 0,2344236324 |
| 6 | 0,9000 | 0,8983 | 0,0017 | 0,0000028900 | 6 | 0,9000 | 0,9810 | -0,0810 | 0,0065610000 |
| 7 | 0,7849 | 0,7611 | 0,0238 | 0,0005659486 | 7 | 0,7849 | 0,9148 | -0,1299 | 0,0168766926 |
| Total | | | | 0,0069986168 | Total | | | | 1,3399326664 |
| MSE | | | | 0,000998024 | MSE | | | | 0,1914189523 |
| Akurasi Kebenaran (%) | | | | | | | | 71 | |

d. Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 6-5-2-1

Berikut adalah hasil pengujian dengan 7 data pengujian dengan pola pengujian 6-5-2-1. Data hasil pengujian dan Pelatihan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pelatihan dan Pengujian dengan Model 16-5-2-1

| Pelatihan (Train) | Pengujian (Test) |
|-------------------|------------------|
|-------------------|------------------|



| No | Target | Output JST | Error | SSE | No | Target | Output JST | Error | SSE |
|-----------------------|--------|---------------|---------|---------------------|-------|--------|---------------|------------|---------------------|
| 1 | 0,4291 | 0,4753 | -0,0462 | 0,0021344012 | 1 | 0,4291 | 0,9297 | -0,5006 | 0,2505999394 |
| 2 | 0,4969 | 0,4739 | 0,0230 | 0,0005282180 | 2 | 0,4969 | 0,9329 | -0,4360 | 0,1901108292 |
| 3 | 0,4566 | 0,4597 | -0,0031 | 0,0000094878 | 3 | 0,4566 | 0,9325 | -0,4759 | 0,2264619878 |
| 4 | 0,5055 | 0,4564 | 0,0491 | 0,0024147897 | 4 | 0,5055 | 0,9328 | -0,4273 | 0,1825506720 |
| 5 | 0,5096 | 0,5437 | -0,0341 | 0,0011609791 | 5 | 0,5096 | 0,9321 | -0,4225 | 0,1784835565 |
| 6 | 0,9000 | 0,9184 | -0,0184 | 0,0003385600 | 6 | 0,9000 | 0,9334 | -0,0334 | 0,0011155600 |
| 7 | 0,7849 | 0,7646 | 0,0203 | 0,0004116709 | 7 | 0,7849 | 0,9331 | -0,1482 | 0,0219663005 |
| Total | | | | 0,0069981067 | Total | | | | 1,0512888455 |
| MSE | | | | 0,0009997295 | MSE | | | | 0,1501841208 |
| Akurasi Kebenaran (%) | | | | | | | | 100 | |

e. Pemilihan Arsitektur Terbaik Jaringan Saraf Tiruan

Hasil *software* aplikasi *Matlab* 6.1 yang digunakan untuk model arsitektur 6-2-1, arsitektur 6-5-1, arsitektur 6-2-5-1 dan arsitektur 6-5-2-1 adalah memperoleh pola arsitektur terbaik. Dari pola ini nanti akan digunakan untuk memprediksi kelompok profesi mana yang akan dominan dalam memberi Sukuk Ritel (SR) Negara. Penilaian model arsitektur terbaik dilihat dari beberapa aspek seperti *epoch*, *error minimum* dan akurasi kebenaran . Untuk lebih jelas dapat dilihat pada berikut :

Tabel 9. Rekapitulasi Model Arsitektur

| Model | 6-2-1 | 6-5-1 | 6-2-5-1 | 6-5-2-1 |
|---------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| Epochs | 69553 | 35633 | 140503 | 37535 |
| MSE | 0,0009998989 | 0,001001512 | 0,0009998024 | 0,0009997295 |
| Akurasi | 71% | 71% | 71% | 100% |

Dari tabel 9 dapat dilihat bahwa model arsitektur terbaik yang akan digunakan untuk melakukan prediksi dari serangkaian uji coba model adalah 6-5-2-1 dengan epoch 37535, MSE 0,0009997295 dan tingkat akurasi 100%.

f. Prediksi Sukuk Negara (SR) Ritel berdasarkan kelompok profesi

Tahap terakhir adalah proses prediksi Sukuk Ritel Negara berdasarkan kelompok profesi. Tahapan ini dilakukan dengan melihat sejauh mana pengaruh variabel dengan model arsitektur terbaik yang sudah ditentukan. Pemilihan variabel dengan menggunakan



analisis sensitivitas. Proses analisis sensitivitas pada JST adalah dengan melihat performa terbaik yang menghasilkan ranking variabel input dari yang terendah sampai tertinggi. Hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Hasil Analisis Sensivitas

| Nama Variabel | Parameter | SR-001 | SR-002 | SR-003 | SR-004 | SR-005 | SR-006 | SR-007 | Rata-Rata | Rank |
|-----------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------------|------|
| PNS (X1) | Target | 0,4291 | 0,4969 | 0,4566 | 0,5055 | 0,5096 | 0,9000 | 0,7849 | | 5 |
| | JST | 0,1863 | 0,1043 | 0,1095 | 0,0855 | 0,699 | 0,1071 | 0,1087 | | |
| | Error Train | 0,2428 | 0,3926 | 0,3471 | 0,4200 | -0,1894 | 0,7929 | 0,6762 | 0,3832 | |
| | Error Test | 0,1863 | 0,1043 | 0,1095 | 0,0855 | 0,6990 | 0,1071 | 0,1087 | 0,2001 | |
| Peg.Swasta (X2) | Target | 0,4291 | 0,4969 | 0,4566 | 0,5055 | 0,5096 | 0,9000 | 0,7849 | | 1 |
| | JST | 0,1074 | 0,5089 | 0,6571 | 0,6979 | 0,1221 | 0,0854 | 0,1085 | | |
| | Error Train | 0,3217 | -0,0120 | -0,2005 | -0,1924 | 0,3875 | 0,8146 | 0,6764 | 0,2565 | |
| | Error Test | 0,1074 | 0,5089 | 0,6571 | 0,6979 | 0,1221 | 0,0854 | 0,1085 | 0,3268 | |
| Ibu Rumah Tangga (X3) | Target | 0,4291 | 0,4969 | 0,4566 | 0,5055 | 0,5096 | 0,9000 | 0,7849 | | 6 |
| | JST | 0,6984 | 0,1069 | 0,109 | 0,109 | 0,1077 | 0,0855 | 0,1055 | | |
| | Error Train | -0,2693 | 0,3900 | 0,3476 | 0,3965 | 0,4019 | 0,8145 | 0,6794 | 0,3944 | |
| | Error Test | 0,6984 | 0,1069 | 0,109 | 0,109 | 0,1077 | 0,0855 | 0,1055 | 0,1889 | |
| Wiraswasta (X4) | Target | 0,4291 | 0,4969 | 0,4566 | 0,5055 | 0,5096 | 0,9000 | 0,7849 | | 4 |
| | JST | 0,6996 | 0,2362 | 0,2933 | 0,2019 | 0,1083 | 0,1002 | 0,0855 | | |
| | Error Train | -0,2705 | 0,2607 | 0,1633 | 0,3036 | 0,4013 | 0,7998 | 0,6994 | 0,3368 | |
| | Error Test | 0,6996 | 0,2362 | 0,2933 | 0,2019 | 0,1083 | 0,1002 | 0,0855 | 0,2464 | |
| TNI/Polri (X5) | Target | 0,4291 | 0,4969 | 0,4566 | 0,5055 | 0,5096 | 0,9000 | 0,7849 | | 3 |
| | JST | 0,6993 | 0,2864 | 0,3927 | 0,4399 | 0,1083 | 0,0855 | 0,1068 | | |
| | Error Train | -0,2702 | 0,2105 | 0,0639 | 0,0656 | 0,4013 | 0,8145 | 0,6781 | 0,2805 | |
| | Error Test | 0,6993 | 0,2864 | 0,3927 | 0,4399 | 0,1083 | 0,0855 | 0,1068 | 0,3027 | |
| Lainya (X5) | Target | 0,4291 | 0,4969 | 0,4566 | 0,5055 | 0,5096 | 0,9000 | 0,7849 | | 2 |
| | JST | 0,2392 | 0,501 | 0,6984 | 0,5912 | 0,1083 | 0,0854 | 0,1097 | | |
| | Error Train | 0,1899 | -0,0041 | -0,2418 | -0,0857 | 0,4013 | 0,8146 | 0,6752 | 0,2499 | |
| | Error Test | 0,1792 | 0,501 | 0,6984 | 0,5912 | 0,1083 | 0,0854 | 0,1097 | 0,3247 | |

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa variabel input yang memiliki analisis sensitivitas yang paling tinggi adalah X2 (Pegawai Negeri) dengan skor 0,3268 dan paling rendah adalah X1 (Pegawai Negeri) dengan skor 0,2001.



IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil keputusan kemenkeu tentang hasil penjualan Sukuk Ritel (SR) Negara untuk seri 008 yang masa penawarannya dilakukan pada tanggal 19 Februari s.d 4 maret 2016 dan sesuai dengan kewenangan yang diberikan undang-undang No.19 Tahun 2008 tentang Surat Berharga Syariah Negara diperoleh bahwa jumlah investor terbanyak pada kategori kelompok profesi dari beberapa kategori yang ada, bahwa diperoleh jumlah investor terbanyak menurut kelompok profesi adalah pegawai swasta.
2. Dengan model arsitektur 6-5-2-1, dapat melakukan prediksi Sukuk Negara Ritel berdasarkan kelompok profesi dengan menunjukkan performa sama dengan 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Riset Dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral Penguatan Riset Dan Pengembangan Kementerian Riset , Teknologi Dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pelaksanaan 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Dahria, "Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)," *Saintikom*, Vol. 5, No. 2, Pp. 185–196, 2008.
- [2] Marleni Anike, Suyoto, And Ernawati, "Pengembangan Sistem Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Dokter Keluarga Menggunakan Backpropagation (Studi Kasus: Regional X Cabang Palu)," *Semin. Nas. Teknol. Inf. Dan Komun. 2012 (Sentika 2012)*, Pp. 209–216, 2012.
- [3] Z. A. Matondang, "Jaringan Saraf Tiruan Dengan Algoritma Backpropagation



- Untuk Penentuan Kelulusan Sidang Skripsi,” *Pelita Inform. Budi Darma*, Vol. Iv, No. 1, Pp. 84–93, 2013.
- [4] A. Jumarwanto, “Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Penyakit Tht Di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus,” *J. Tek. Elektro*, Vol. 1, No. 1, Pp. 11–21, 2009.
- [5] D. O. (Faculty Of I. E.-G. U. Maru’ao, “Neural Network Implementation In Foreign Exchange Kurs Prediction,” 2010.
- [6] Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, And Budiharjo, “Implementation Of Neural Networks In Predicting The Understanding Level Of Students Subject,” *Int. J. Softw. Eng. Its Appl.*, Vol. 10, No. 10, Pp. 189–204, 2016.
- [7] M. M. Hidayat, “Analisis Prediksi Do Mahasiswa Dalam Educational Data Mining Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan,” *IPTEK*, vol. 17, no. 2, pp. 110–119, 2013.

