

ARSITEKTUR JARINGAN NEURAL BERBASIS SIMPUL RAM UNTUK PENGENALAN HURUF

Teguh Bharata Adji *)

ABSTRACT

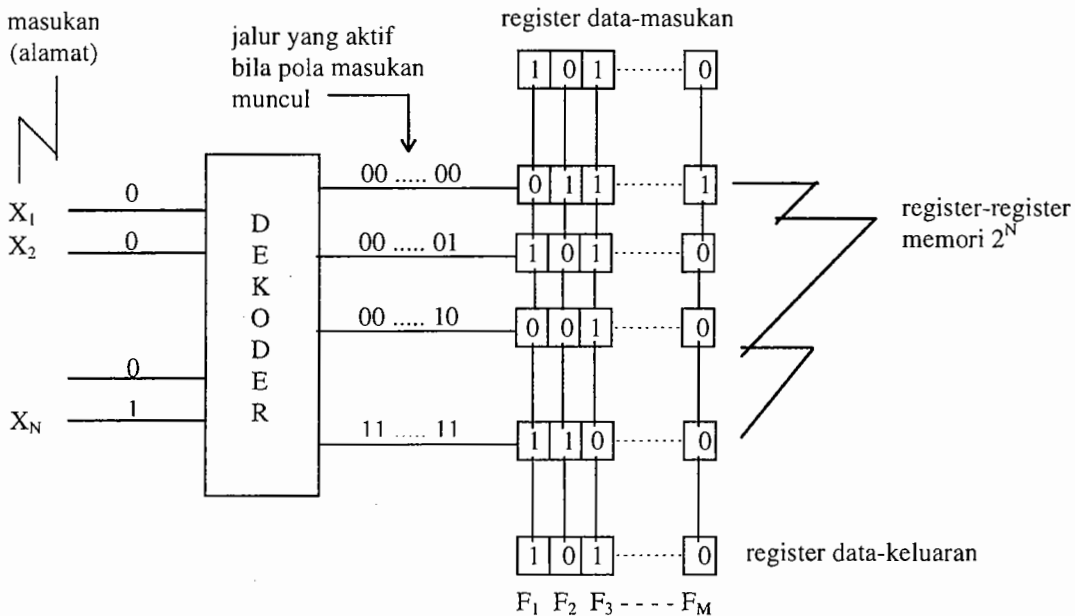
Every handwritten letter is obviously different depending on who writes it. Similarly letters printed from a computer are also different depending on the type of font selected and the type of the printer. In that sense, a method which recognizes letters is needed, among which is neural network method. Examples of neural network method are Adaline, Madaline and Backward Propagation. But the disadvantage of the mentioned methods is that they have interconnection weights which need a lot of iterations so that the computation time is longer. In this study, a neural network based on RAM Node is used, which has a considerable shorter computation time because it doesn't involve weight vectors in it's process. In this case, with an input letter pattern of the 64 x 48 pixels binary image and by using Turbo C++ version 1.0, we obtain a recognition time less than 2 seconds. While if another method was used, for example Backward Propagation, it could have consumed time in the order minutes or even hours.

PENDAHULUAN

Asal-usul prinsip-prinsip Diskriminator RAM berawal di tahun 1965 ketika Igor Aleksander mengemukakan bahwa sebuah perangkat memori sederhana (yang sekarang disebut ROM) mempunyai sifat seperti neural (Aleksander, 1965). ROM adalah sebuah perangkat yang mempunyai sifat sekali belajar. Tahun-tahun belakangan ini telah ditunjukkan bahwa sifat seperti neural yang sama dipunyai oleh sistem RAM. Sistem RAM dapat belajar dan belajar kembali.

SIMPUL RAM

RAM adalah komponen pembangun memori lokal silikon komputer modern. Kapasitas chip seperti ini terus meningkat secara spektakuler, mulai dari RAM dengan kapasitas 256 KB, 1 MB, 4 MB, 8 MB, 16 MB, 32 MB dan seterusnya. Merancang *neurocomputer* dengan memanfaatkan RAM silikon lebih mengarah pada mesin dengan kapasitas yang memadai sehingga ketergantungan pada perancangan simpul yang masih memerlukan pengembangan VLSI dapat dihindarkan.



Gambar 1. Diagram RAM.

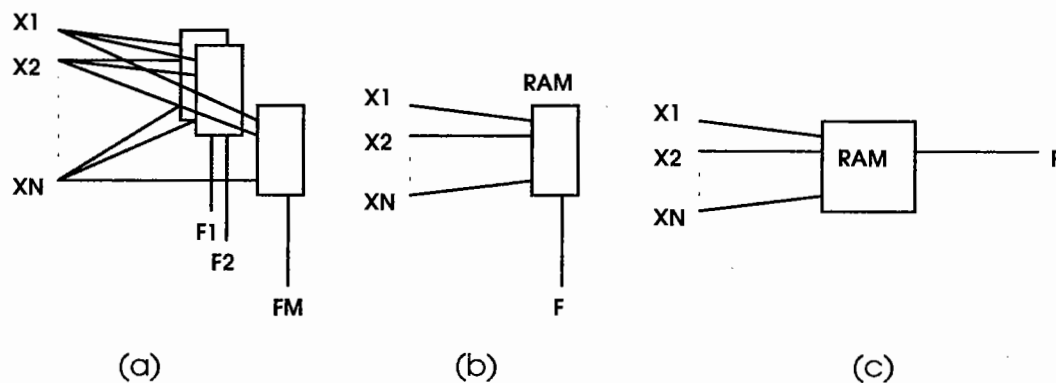
*) Teguh Bharata Adji, S.T., Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UGM

Gambar 1 memperlihatkan diagram sederhana operasi RAM. Komponen utama RAM adalah dekoder alamat, register-register memori, register data-masukan dan register data-keluaran. Untuk menyimpan informasi, N -masukan alamat biner diberikan pada masukan dekoder. Keluaran dekoder ini mempunyai 2^N saluran dengan setiap saluran mewakili alamat yang mungkin. Adanya suatu pola, yaitu kombinasi dari 0 dan 1 pada masukan dekoder, mengaktifkan saluran yang bersesuaian dan menyebabkan register memori yang terhubung pada saluran tersebut aktif. Register memori yang aktif ini mengambil data yang sudah berada pada register data-masukan dan menyimpannya.

Pada gambar 1, pola 00 . . . 01 pada masukan dekoder akan mengaktifkan saluran kedua dari atas. Hal ini menyebabkan data yang berada pada register data-masukan (101 . . . 0) mengganti isi register memori kedua. Bila data ingin didapatkan kembali dari RAM, maka alamat di atas dipilih lagi dan diberikan pada masukan dekoder, tetapi kali ini isi dari register memori yang dipilih dipindahkan ke register data-keluaran. Rangkaian dan saluran masukan tambahan diperlukan untuk menunjukkan apakah RAM dalam keadaan *retrieval* atau *recording* (secara lebih konvensional ini disebut keadaan 'baca' dan 'tulis').

byte sama dengan 8 bit. N bisa sama dengan 18 dan ini disebut RAM 256 kilobyte (2^{18} adalah 262144, tetapi sudah biasa untuk menamakan alat ini dengan tiga digit pertama dari angka hasil pangkat 2 terdekat yang dalam kasus ini adalah 256).

Untuk menghubungkan RAM dengan neuron, dua hal berikut harus dipahami. Pertama, dengan menggunakan satu kolom dari register memori sekaligus, nilai kolom ini dapat diatur secara bebas dan dengan tepat menggambarkan tabel kebenaran sebuah perangkat logika dengan sebuah keluaran. Karena seluruh kata selalu ditulis ke dalam memori satu baris sekaligus, pengaturan secara bebas sebuah bit tertentu dalam sebuah kolom ini dilakukan dengan memilih bit terpilih dalam kata tersebut tanpa mengubah bit-bit lainnya. Maka sebuah RAM dengan M bit dalam register memori dapat dibayangkan sebagai M RAM, masing-masing dengan sebuah bit per register memori dan masing-masing terhubung pada N variabel masukan yang sama. Ide ini ditunjukkan pada gambar 2(a). Dekoder-dekoderanya tidak terlihat pada gambar 2(a), tetapi tersirat ada satu dalam masing-masing dari M RAM. Jika alamat masukan yang digunakan dalam gambar 2(a) sama dengan yang digunakan dalam gambar 1 maka bit kedua dalam tiap RAM akan aktif.



Gambar 2. (a) RAM yang diperlihatkan sebagai M buah RAM yang masing-masing menyimpan 2^N bit (satu bit tiap pola alamat); (b) Sebuah RAM penyimpan kata satu-bit; (c) Cara lain menggambar (b).

Chip RAM komersial ada yang mempunyai M (jumlah bit informasi yang dapat disimpan dalam setiap register memori) sama dengan 8. Chip tipe ini dikatakan 'byte-oriented' dengan 1

Kedua adalah dengan memperlihatkan hanya sebuah RAM satu-bit-per-kata ini seperti tampak pada gambar 2(b). Memori data-masukan tidak diperlihatkan sedangkan memori data-keluaran

satu bit dan dekoder-dekodernya dianggap berada dalam RAM.

Jadi, dapat dilihat bahwa gambar 2(b) 'seperti neuron' yaitu bila diberikan sebuah masukan pada X_1 sampai X_N dan keluaran yang dikehendaki dimasukkan pada terminal data-masukan, dengan mengatur RAM pada mode baca akan menyebabkan RAM mempelajari respon yang dikehendaki tadi dan dapat ditumpangkan oleh tahap pelatihan yang berikutnya.

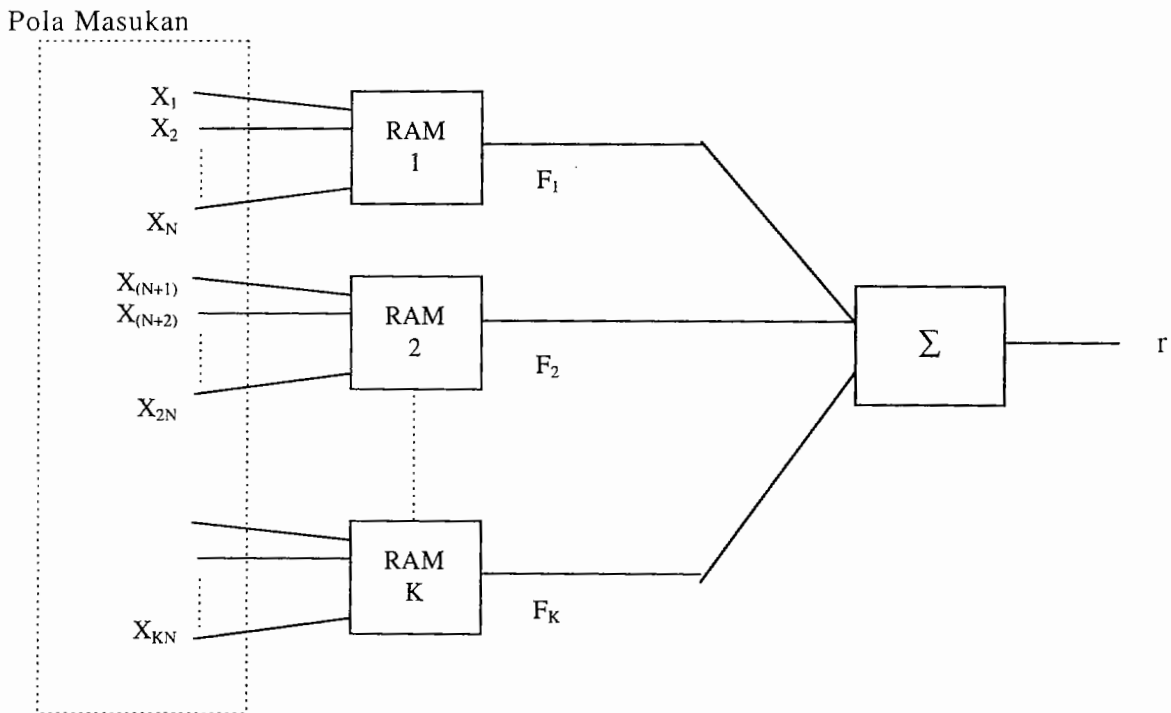
Namun demikian juga dapat dilihat bahwa gambar 2(b) 'tidak seperti neuron' karena tidak diperlukannya algoritma pelatihan yang pintar, pengaturan sebuah masukan tidak mempengaruhi yang lainnya. Tak dapat disangkal bahwa tidak ada generalisasi pada RAM itu sendiri. Jika hal ini dipandang sebagai kerugian maka akan ditunjukkan bahwa jaringan RAM bisa dibuat untuk melakukan generalisasi dengan cara yang serupa dengan jaringan neuron, yaitu setelah dibentuk konfigurasi Diskriminator RAM.

DISKRIMINATOR RAM

Jaringan RAM paling sederhana dengan sifat dapat melakukan generalisasi dinamakan diskriminator dan diperlihatkan pada gambar 3.

Diskriminator ini terdiri atas satu lapis K RAM dengan N masukan dan karenanya setiap RAM menyimpan 2^N kata satu-bit. Jaringan satu lapis ini menerima sebuah pola biner KN bit. Sebelum pelatihan, seluruh sel memori dalam RAM diset 0. Pelatihan mencakup penggunaan sebuah 'pola masukan' dari 0 dan 1 pada terminal-terminal masukan seperti terlihat pada gambar 3. Pola ini disebut 'pola pelatihan' dan merupakan sebuah contoh jenis pola yang akan dipelajari oleh diskriminator. Untuk merekam pola ini, angka biner 1 disimpan pada lokasi memori dari setiap RAM yang dialamati pola masukan ini. Hal ini menyebabkan setiap RAM merekam kemunculan sebagian pola masukan yakni bagian yang dicuplik oleh RAM itu. Hal ini dilakukan untuk pola masukan lainnya, sehingga angka biner 1 selanjutnya disimpan dalam RAM.

RAM ini dapat dipindah dari mode 'tulis' untuk pelatihan seperti dijelaskan di atas, ke mode 'baca'. Pada tahap ini, bila pola lain yang belum pernah dilihat sebelumnya muncul pada masukan, perangkat penjumlahan (dilambangkan dengan Σ) menghasilkan suatu bilangan yang sama dengan jumlah RAM yang memberikan keluaran 1.



Gambar 3. Sebuah Diskriminator RAM.

Bilangan ini dikatakan sebagai respon diskriminator tersebut dan diberi simbol r . Bila satu dari pola yang digunakan dalam rangkaian pelatihan dimasukkan pada masukan jaringan, pola itu akan menemukan lokasi-lokasi penyimpanan yang mengandung nilai 1 dalam masing-masing RAM dan karenanya r akan mempunyai nilai maksimumnya yaitu K , sebaliknya jika pola masukan tak dikenalnya berbeda sama sekali dengan semua pola latihan, maka nilai r akan menjadi 0. Jadi r adalah ukuran kesamaan dari pola tak dikenal dengan masing-masing pola dalam rangkaian pelatihan tersebut.

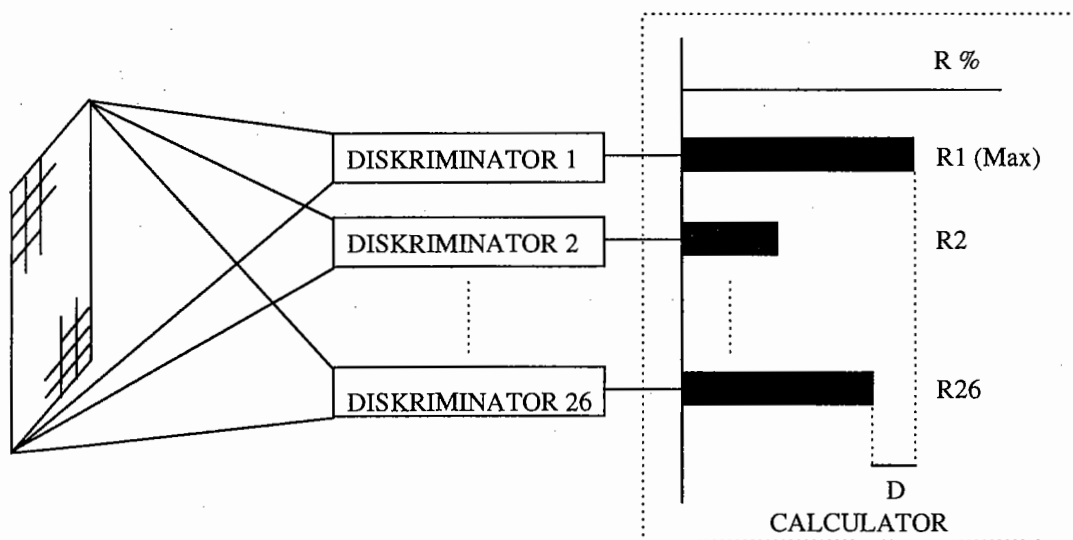
SISTEM MULTI-DISKRIMINATOR

Sistem multi-diskriminator memungkinkan masing-masing diskriminator dilatih dengan suatu kelas objek yang berbeda. Jika tugasnya berupa suatu pengenalan terhadap tulisan tangan huruf abjad maka polanya akan mengandung 26 diskriminator, satu diskriminator untuk setiap huruf. Ide dari sistem multi-diskriminator sangatlah umum dan berbentuk seperti terlihat pada gambar 4.

Misalkan ada 26 diskriminator, masing-masing mencakup sebuah 'gambar' biner dengan K RAM, masing-masing dengan N masukan alamat. Setiap masukan gambar dihubungkan ke tepat satu masukan RAM. Dengan kata lain, ukuran gambar adalah KN titik gambar biner. Hal ini dilaksanakan untuk memastikan bahwa gambar tercakup dengan rata oleh seluruh RAM.

Pada awal pelatihan, seluruh RAM dari seluruh diskriminator diset 0. Pelatihan meliputi *setting* ke 1 keluaran-keluaran seluruh RAM dalam diskriminator yang dibutuhkan untuk mengenal kelas yang diharapkan. Misalkan sebuah sistem 26-diskriminator dilatih untuk mengenal karakter komputer. Mula-mula sistem ini dilatih untuk mengenal huruf komputer A dengan Diskriminator 1 dipilih untuk mengenal berbagai huruf A. Caranya Diskriminator 1 dilatih untuk memberikan respon 1 terhadap sebuah versi dari A pada seluruh RAM yang dimilikinya. Hal ini diulang untuk berbagai versi A lain yang agak berbeda. Seluruh proses diulang untuk berbagai contoh dari setiap huruf lainnya dan dijaga agar hanya diskriminator yang tepat untuk setiap huruf yang dilatihkan.

Setelah pelatihan lengkap, sebuah respon R_j (% dari K RAM yang keluarannya 1) akan terjadi pada diskriminator ke- j (j bernilai 1 sampai 26) untuk pemasukan sebuah pola tak dikenal pada seluruh sistem. Sistem ini mengenal pola tak dikenal tersebut sebagai milik dari kelas dengan R_j tertinggi. Perbandingan dan penyeleksian ini dilaksanakan oleh bagian penghitung dari sistem seperti terlihat pada gambar 4. Bagian penghitung berfungsi mengukur derajat kepercayaan absolut, yaitu nilai R_j yang tertinggi. Bila nilainya mendekati 100%, sistem akan mengatakan : " Pola ini tidak hanya merupakan anggota dari kelas j , tetapi sangat mirip dengan salah satu pola pelatihan dalam kelas ini." Bila R_j tertinggi bernilai rendah, maka sistem akan mengatakan : " Pola



Gambar 4. Sistem multi-diskriminator.

ini tidak mirip dengan pola-pola yang telah digunakan dalam pelatihan, tetapi jika dipaksa, akan saya katakan bahwa pola ini adalah anggota dari kelas *j*."

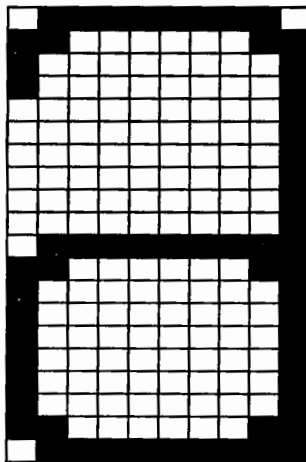
HASIL PENGUJIAN JARINGAN NEURAL BERBASIS SIMPUL RAM

Pengujian jaringan dilakukan dengan cara disimulasikan pada komputer personal dengan perangkat Turbo C++ versi 1.0. Jaringan yang digunakan mempunyai jumlah masukan alamat simpul RAM yaitu $N=48$ dan jumlah simpul RAM yaitu $K=64$.

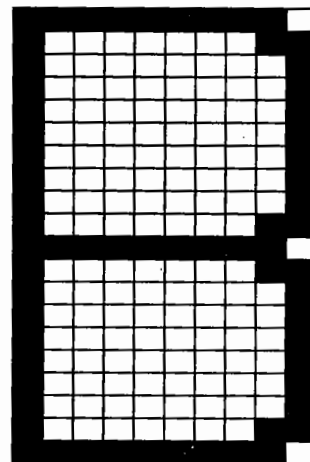
Sebelum pengujian jaringan maka seluruh pola yang ada yaitu ke-26 huruf dilatihkan terlebih dulu di mana masing-masing pola membutuhkan waktu pelatihan yang kurang dari dua detik. Waktu yang jauh lebih cepat dibandingkan bila digunakan model jaringan neural lainnya seperti perambatan galat mundur yang memerlukan waktu pelatihan berorde menit bahkan jam [3].

Pola masukan (pola uji) pertama adalah pola huruf A yang sudah pernah dilatihkan. Huruf A

ini ditanggapi dengan $R = 100\%$ oleh Diskriminator 1 (A), 3.12% oleh Diskriminator 2 (B) dan Diskriminator 3 (C). Pola uji berikutnya adalah huruf a (A kecil) yang justru ditanggapi dengan $R = 90.62\%$ oleh Diskriminator B (Gambar 5), tetapi 0.00% oleh Diskriminator A. Huruf A versi lain dikenali oleh Diskriminator A dengan $R = 78.12\%$, tetapi setelah huruf A versi lain ini dilatihkan maka dikenali oleh Diskriminator A dengan $R = 100\%$ (Gambar 6). Huruf A dengan prosentase derau 1% dan 5% (Gambar 7) dari seluruh pixel layar (catatan: prosentase derau 5% berarti 5% dari citra yang terdiri dari 64×48 pixel berubah dari hitam ke putih atau dari putih ke hitam) dikenali oleh Diskriminator A masing-masing dengan $R = 60.94\%$ dan $R = 15.62\%$. Derau yang lebih besar dari itu akan menyebabkan huruf A dikenali sebagai huruf lain. Hal ini terjadi karena prosentase derau di atas 5% sudah cukup besar untuk menyebabkan jaringan tidak mampu menanggapi dengan benar pola masukan yang diterimanya.

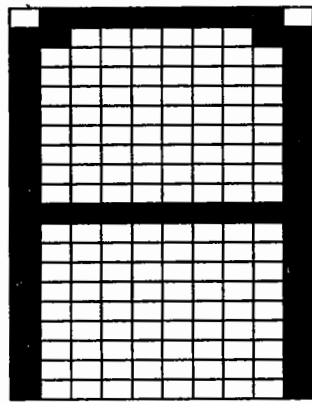


Pola masukan

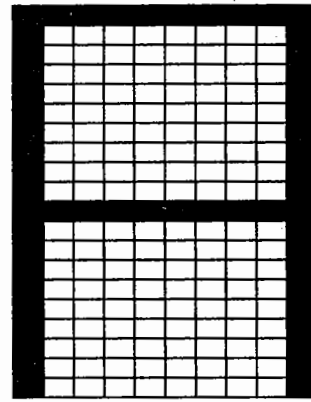


Pola tanggapan

Gambar 5. Tanggapan jaringan terhadap huruf a (A kecil).

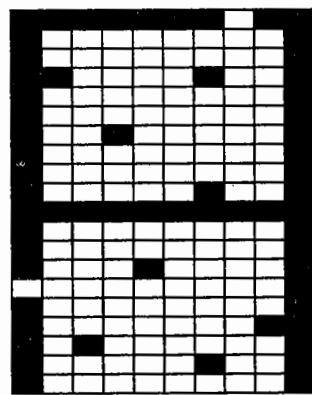


Pola masukan

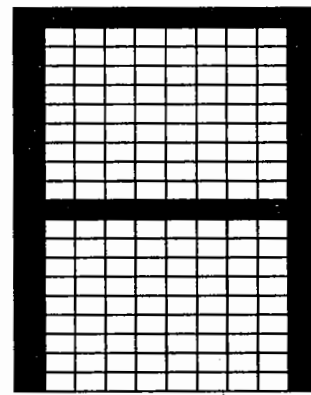


Pola tanggapan

Gambar 6. Tanggapan jaringan terhadap huruf A versi lain.



Pola masukan



Pola tanggapan

Gambar 7. Tanggapan jaringan terhadap huruf A derau 5%.

KESIMPULAN

1. Jaringan neural berbasis simpul RAM dapat menunjukkan ciri-ciri otak yang memiliki kemampuan untuk belajar, mengingat, generalisasi, dan asosiatif.
2. Dalam memberikan respon terhadap pola masukan yang diberikan, jaringan simpul RAM tidak melibatkan bobot interkoneksi, tetapi melakukan penyesuaian keadaan internal neuron yang dalam hal ini dinyatakan sebagai isi RAM.
3. Kemampuan mengklasifikasi pola dengan cara menentukan tingkat keanggotaan pola tersebut ke dalam suatu kelas pola tertentu dapat dicapai dengan membentuk sistem multi-diskriminator. Sistem multi-diskriminator disusun dari beberapa diskriminator. Setiap diskriminator pada multi-diskriminator ditugaskan untuk

mengingat pola-pola yang menjadi anggota suatu kelas pola tertentu.

4. Waktu komputasi dan proses belajar dari jaringan neural berbasis simpul RAM jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan model jaringan neural lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aleksander, Igor and Morton, Helen, 1990, "An Introduction to Neural Computing", Chapman and Hall, London.
- [2] Dayhoff, J.E., 1990, "Neural Network Architectures", Van Nostrand Reinhold, New York.
- [3] Nurul Wikantyasning, 1995, "Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan untuk Pengenalan Obyek", skripsi mahasiswa Teknik Elektro UGM.