

PREDIKSI KETERSEDIAAN BERAS DI MASYARAKAT DENGAN MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM UPAYA MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN

M. Fuad FM

Prodi Teknologi Industri Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

Korespondensi : Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal-Bangkalan, Email : mfuad_fm@yahoo.com

ABSTRACT

Development to predicted Handling availability of food stocks need to be done, one by combining model predictions using fuzzy logic and artificial neural network or more in the know with ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). Predicted availability of the study aimed to obtain the status of availability of rice in the community by using fuzzy logic and artificial neural network, which later can provide food security in the region. Artificial neural network and fuzzy logic can be used in building an intelligence system to predict the value of the availability of rice in the community. This can be seen from the results of research in which the system was developed using the artificial neural network, and fuzzy logic in general can be said is able to predict the value of the availability of rice in the community with the prediction error is 0.3873 where input from the system we provide is almost exact, with the level of error is relatively small.

Keywords: food security, ANFIS, rice prediction

PENDAHULUAN

Ketahanan Pangan merupakan kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari ketersediaan pangan yang cukup, baik jumlah, maupun mutunya, aman, merata, dan terjangkau. Berdasarkan definisi ketahanan pangan dari FAO (1996) dan UU RI No. 7 tahun 1996, yang mengadopsi definisi dari FAO, ada 4 komponen yang harus dipenuhi untuk mencapai kondisi ketahanan pangan yaitu:

1. kecukupan ketersediaan pangan
2. stabilitas ketersediaan pangan tanpa fluktuasi dari musim ke musim atau dari tahun ke tahun
3. aksesibilitas/keterjangkauan terhadap pangan serta kualitas/keamanan pangan

Dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan, maka seluruh sektor harus berperan secara aktif dan berkoordinasi secara rapi dengan pemerintah pusat dan daerah untuk meningkatkan strategi demi mewujudkan ketahanan pangan nasional, oleh karena ketahanan pangan tercermin pada ketersediaan pangan secara nyata. Penyediaan pangan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan

konsumsi rumah tangga yang terus berkembang dari waktu ke waktu.

Indonesia secara umum tidak memiliki masalah terhadap ketersediaan pangan. Indonesia memproduksi sekitar 31 juta ton beras setiap tahunnya dan mengkonsumsi sedikit diatas tingkat produksi tersebut; dimana impor umumnya kurang dari 7% konsumsi. Lebih jauh jaringan distribusi swasta yang berjalan secara efisien turut memperkuat ketahanan pangan di seluruh Indonesia. Beberapa kebijakan kunci yang memiliki pengaruh terhadap ketersediaan pangan meliputi: larangan impor beras; upaya kementerian pertanian untuk mendorong produksi pangan; pengaturan bulog mengenai ketersediaan stok beras.

Stok pangan nasional diwujudkan dengan stok pangan masyarakat dan stok pangan pemerintah. Stok pangan pemerintah dibatasi pada pangan tertentu yang bersifat pokok, karena tidak mungkin pemerintah mencadangkan semua pangan yang dibutuhkan masyarakat. Stok pangan pemerintah terdiri dari stok pangan Pemerintah Desa, Pemerintah Kabupaten/Kota, Pemerintah Propinsi, dan

Pemerintah Pusat yang perwujudannya memerlukan inventarisasi stok pangan, memperkirakan kekurangan pangan dan keadaan darurat, sehingga penyelenggaraan pengadaan dalam pengelolaan stok pangan dapat berhasil dengan baik. Stok pangan pemerintah dilakukan untuk menanggulangi masalah pangan dan disalurkan dalam bentuk mekanisme yang disesuaikan dengan kondisi wilayah dan rumah tangga. Namun penyaluran tersebut dilakukan dengan tidak merugikan kepentingan masyarakat konsumen dan produsen. Peran dan tanggung jawab masyarakat dalam hal stok pangan dilakukan oleh lembaga swadaya masyarakat, organisasi masyarakat, swasta, koperasi dan/atau perorangan

Keberhasilan penyediaan stok beras yang cukup antar waktu dan antar daerah dan pengendalian harga di tingkat produsen dan konsumen, memberikan kontribusi yang besar dalam pertumbuhan ekonomi secara langsung maupun secara tidak langsung akibat stabilitas ekonomi dan stabilitas sosial yang diciptakan. Kontribusi sektor perberasan dalam pertumbuhan ekonomi memang mengalami penurunan sejalan dengan membesarnya kontribusi sektor lain. Namun peranan dalam menciptakan stabilitas ekonomi dan sosial masih akan tetap besar untuk waktu yang masih lama. Jaringan yang ada juga dapat difungsikan membantu sistem logistik nasional bagi masyarakat dalam rangka distribusi atau perdagangan beras atau pangan. Sistem dan jaringan yang dikembangkan saat ini cukup luas jangkauannya sampai ke desa-desa.

Penyediaan beras yang dilakukan masyarakat dalam mencukupi pangan di suatu wilayah biasanya dilakukan dengan sederhana mulai dari pembelian baik dari panenan sendiri maupun perdagangan antar daerah. Sistem penyediaan ini cukup mempunyai resiko yang besar dalam ketersediaan pangan sepanjang tahun, walaupun dari sisi manajemen cukup sederhana. Pengembangan prediksi ketersediaan untuk menanggulangi kerawanan stok pangan perlu dilakukan, salah satunya dengan menggabungkan model prediksi dengan menggunakan logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan atau lebih dikenal dengan *artificial neural network* dengan *fuzzy inferent system* (ANFIS). Teknik *neuro-fuzzy*

merupakan teknik inferensia yang terdiri dari logika *fuzzy* dan jaringan saraf. Logika *fuzzy* digunakan sebagai kontrol alur berpikir tiruan, sedangkan jaringan saraf berfungsi untuk menentukan nilai pendekatan maksimal dari hasil inferensia (Azmi, 2000; Marimin *et al*, 2000). *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan salah satu teknik Neuro Fuzzy. Menurut Kusuma-dewi (2002), ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Fatih *et al.* (2008) menggabungkan jaringan syaraf tiruan dan logika fuzzy untuk memprediksi kekuatan beton silika, sedangkan Saridemir M (2008) dengan menggabungkan logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan dapat memprediksikan kekuatan mortar yang berisi metakaolin. Dengan keberhasilan kedua metode ini diharapkan juga mampu memprediksikan ketersediaan beras di masyarakat secara tepat.

Tujuan

Kajian prediksi ketersediaan beras di masyarakat dengan menggunakan logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan dalam upaya peningkatan ketahanan pangan bertujuan untuk mendapatkan status ketersediaan beras di masyarakat dengan menggunakan logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan, yang nantinya dapat memberikan gambaran ketahanan pangan di suatu wilayah.

Ruang Lingkup

Dalam kajian ini, ruang lingkup dibatasi pada ketersediaan beras di masyarakat dalam batas administrasi tertentu, dan pelaku yang ada dalam masyarakat terkait dengan penyediaan beras.

METODE PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Ketersediaan beras dalam suatu wilayah merupakan salah satu indikator ketahanan pangan, Cadangan beras yang ada di masyarakat meliputi produk di pasaran dan produk yang dimiliki oleh keluarga .

Ketersediaan beras di masyarakat setiap saat berfluktuasi tergantung dari jumlah pasokan dan jumlah yang didistribusikan serta konsumsi masyarakat. Fluktuasi ketersediaan

beras mengakibatkan terjadinya status cadangan beras menjadi kritis, normal dan over di masyarakat. Ketersediaan beras di pengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah pasokan baik itu pembelian dari petani maupun pasokan dari daerah lain akibat adanya perdagangan, konsumsi masyarakat, bencana alam misalnya puso. Dalam mengatasi masalah tersebut maka diperlukan suatu teknik prediksi ketersediaan beras untuk masa mendatang di masyarakat agar selalu dalam kondisi normal sehingga dapat meningkatkan ketahanan pangan di masyarakat.

Desain Proses

Desain proses dirancang untuk menentukan urutan kejadian sampai diperoleh *output* yang diinginkan berdasarkan data-data masukan yang ada. Proses yang terdapat dalam sistem prediksi ketersediaan ini terbagi menjadi tiga proses :

Proses Input

Proses input berfungsi untuk memasukkan data yang akan digunakan dalam proses prediksi ketersediaan beras di gudang bulog. *Input* yang dimasukkan dalam sistem terdiri *input* data atribut dan *input* data teknis.

Proses Prediksi

Proses prediksi dirancang untuk menentukan urutan proses yang akan dilakukan sistem terhadap data yang telah dimasukkan sehingga diperoleh keluaran yang diinginkan.

Proses Pengolahan Data Atribut

Tahap Representasi Pengetahuan

Pada tahapan representasi pengetahuan dilakukan dalam bentuk basis pengetahuan dan mekanisme inferensi, maka pembuatan program dilakukan dalam bentuk kaidah-kaidah yang selanjutnya mengolah fakta menjadi kesimpulan. Representasi pengetahuan secara sistematis dapat disajikan dalam bentuk kaidah pemenuhan beras yang didefinisikan dengan *rule* yang dinyatakan dalam bentuk **IF THEN**. **IF** adalah “premis” dan **THEN** adalah “konklusi”. Selanjutnya kedua premis ini dapat dihubungkan dalam bentuk **AND**. kaidah-kaidah **IF THEN** dapat dibuat dari beberapa kondisi dan beberapa

akibat menjadi bentuk **IF** F_1 is A_1 **and** F_2 is A_2 **THEN** Z is K dan seterusnya.

Tahap Pengembangan Mesin Infe-rensi

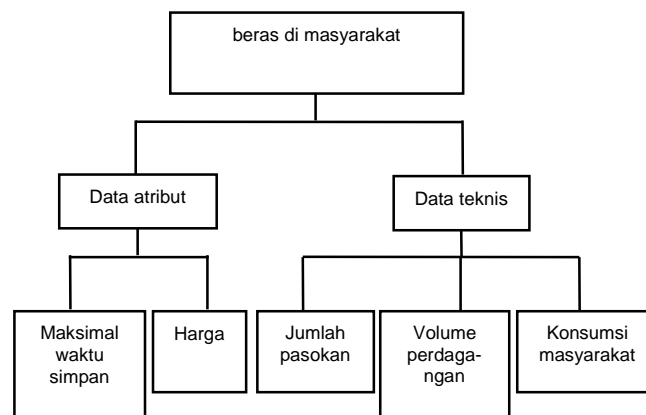
Mekanisme Inferensi adalah bagian terpenting dari sistem pakar, karena pada tahapan inilah dilakukan proses manipulasi dan mengarahkan kaidah, model dan fakta yang disimpan pada basis pengetahuan dalam rangka mencapai solusi atau kesimpulan. Metode inferensi yang digunakan adalah *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan tipe Takagi-Sugeno sebagai data masukan *fuzzy*. Pola inferensi *Fuzzy* Takagi-Sugeno (Marimin, 2001) dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. **Fuzzyfikasi masukan.** *Input* data pada tahapan ini diterima oleh sistem, lalu sistem menentukan keanggotaannya.
2. **Menjalankan operator fuzzy.** Tahap ini dilakukan setelah data masukan mengalami fuzzyfikasi dan pada tahapan ini fungsi anggotanya telah diketahui.
3. **Proses implikasi.** Proses ini diperlukan bobot nilai dengan selang 0 – 1 yang kemudian membentuk gugus fungsi keanggotaan. Masukan pada tahapan ini adalah nilai yang dihasilkan anteseden dan keluarannya adalah gugus *fuzzy*.
4. **Proses Agregasi.** Adalah proses penggabungan keluaran untuk setiap aturan menjadi satu nilai *fuzzy*. *Inputnya* hasil implikasi untuk setiap aturan.
5. **Defuzzyfikasi.** Data defuzzyfikasi adalah gugus *fuzzy* hasil dari agregasi dan *outputnya* merupakan nilai tunggal.

Setelah informasi dari akuisisi pengetahuan telah didapatkan dari pakar mengenai ketersediaan beras, maka selanjutnya dibuat sistem intelijen disusun dalam bentuk kaidah-kaidah.

Proses Pengolahan Data Teknis

- *Training* Jaringan Syaraf Tiruan
- *Testing* Jaringan Syaraf Tiruan
- *RMS error*



Gambar 2. Konfigurasi Input Prediksi Ketersediaan Beras di masyarakat

Data yang digunakan dalam proses pengujian haruslah berbeda dengan data yang digunakan dalam proses pelatihan. Dengan demikian kita dapat mengetahui apakah jaringan benar-benar dapat memberikan pola *output* yang tepat untuk *input* yang diberikan.

Jika kita menggunakan data yang sama pada proses pengujian dengan data yang digunakan dalam proses *training* dikhawatirkan jaringan masih mengingat pola *output* yang terbentuk sehingga ketepatan pola *output* yang dihasilkan pada proses pengujian tidak dapat menjadi ukuran keberhasilan jaringan dalam memberikan pola *output* sesuai dengan *input* yang diberikan.

Proses Output

Proses *output* adalah suatu proses yang dilakukan untuk menampilkan nilai keluaran yang dihasilkan oleh proses prediksi.

Teknik ANFIS yang digunakan pada pengolahan data input dan output menggunakan kaidah aturan *If-then* yang disusun dalam suatu *rule*. Contoh kaidah *if-then* dalam sistem prediksi ketersediaan beras ini adalah *If* pasokan beras *is* rendah *and* volume perdagangan *is* rendah *and* konsumsi beras *is* rendah *Then* ketersediaan beras *is* defisit. Jumlah aturan yang terdapat dalam sistem ini ada 36 rule. Contoh kaidah/rule secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1.

Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan data primer, yaitu wawan-cara maupun korespondensi terhadap pakar dari beberapa distributor beras dan kantor bulog. Pengumpulan data sekunder berdasarkan pada

data-data 3 distributor beras di Kelurahan Wono-kromo Surabaya Jawa Timur.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Kelurahan Wonokromo, Kecamatan Wonokromo, Surabaya, Jawa Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Fuzzifikasi

Data pasokan beras, volume perdagangan dan konsumsi beras yang dimasukkan akan digunakan untuk mengelompokkan nilai-nilainya ke dalam data *fuzzy*. Klasifikasi penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 4. Klasifikasi nilai pada keempat tabel tersebut akan digunakan untuk proses pengembangan sistem untuk memprediksi ketersediaan beras di masyarakat.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Data *Fuzzy* Pasokan beras

No	Parameter	Selang Nilai
1.	Rendah	$155 < N \leq 250$
2.	Sedang	$240 < N \leq 300$
3.	Tinggi	$290 < N \leq 360$
4.	Sangat tinggi	$350 < N \leq 500$

Tabel 2. Klasifikasi Nilai Data *Fuzzy* Volume perdagangan

No	Parameter	Selang Nilai
1.	Rendah	$250 < N \leq 300$
2.	Sedang	$290 < N \leq 350$
3.	Tinggi	$340 < N \leq 500$

Tabel 3. Klasifikasi Nilai Data *Fuzzy* Konsumsi beras

No	Parameter	Selang Nilai
1.	Rendah	$5 < N \leq 9$

2. Normal	$8 < N \leq 11$
3. Tinggi	$10 < N \leq 13$

Setelah proses FIS dilaksanakan pada setiap sub bagian faktor atribut maka sistem menentukan klasifikasi nilai pada faktor atribut. Klasifikasi nilai akhir pada faktor atribut dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4. Klasifikasi Nilai data fuzzy Ketersediaan beras

No	Parameter	Nilai constant
1.	Defisit	1
2.	Normal	2
3.	Surplus	3

Setelah dilakukan fuzifikasi, maka kita dapat menyusun *rules* yang berhubungan dengan sistem prediksi ketersediaan beras ini. Pembentukan *rules* juga didasarkan atas pendapat para pakar ketersediaan beras. Ada 36 *rules* dalam sistem ini dan untuk selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

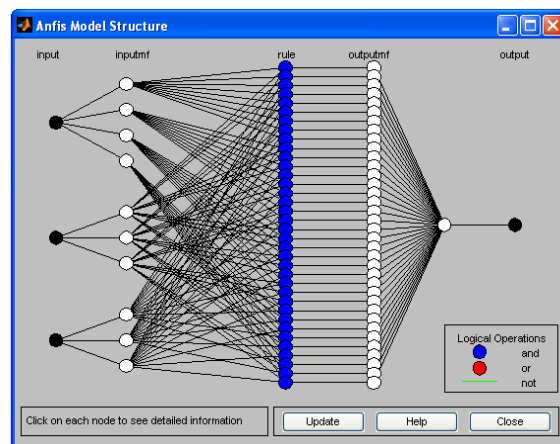
Konfigurasi sistem *fuzzy* dalam pengembangan sistem prediksi ini dapat dilihat pada Tabel 5. Sedangkan struktur JST yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6. Tabel 5. Konfigurasi sistem fuzzy dalam pengembangan sistem prediksi

Konfigurasi	Keterangan
Sistem fuzzy	Takagi – Sugeno Ordo 1
Metode "AND"	Prod
Metode "OR"	Probor
Metode "IMPLIKASI"	Harga Minimum
Metode "DEFUZZYFIKASI"	Weighted average
Algoritma pembelajaran	Hybrid
Fungsi Keanggotaan	Trimf

Tabel 6. Konfigurasi sistem fuzzy dalam pengembangan sistem prediksi

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 lapisan tersembunyi
Neuron lapisan input	10
Neuron lapisan output	36
Toleransi (<i>mse</i>)	0.03
Jumlah <i>epoch</i>	10000

Struktur ANFIS pengembangan sistem prediksi total asam cuka apel dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur ANFIS Pengembangan Sistem prediksi Ketersediaan Beras

Proses pembelajaran JST

Tujuan diadakannya proses pelatihan pada JST adalah agar JST dapat diandalkan dalam mengenali pola yang diinputkan sehingga dapat diperoleh hasil yang diinginkan. Karena itu sangatlah penting untuk melatih JST dengan *training set* yang sesuai dengan tugas JST itu sendiri dalam mengenali suatu pola. Hasil *Training set* dan pengujian sistem pada data input dan output dari data beras dapat dilihat pada Gambar 4.

Proses *Training data* dilakukan dengan cara memasukkan data 3 input yaitu pasokan beras, volume perdagangan dan konsumsi beras dan satu data output yaitu ketersediaan beras. Data input dan output ini dimasukkan dalam bentuk matriks, kolom pertama adalah input dan kolom sebelah kanannya adalah output. Data input dan output.

Pada penelitian ini data yang ada diolah dengan nilai toleransi kesalahan (*error*) adalah 0,03 dan *epoch* (iterasi) adalah 10000. Satu *epoch* adalah lamanya JST mempelajari satu kali proses pelatihan terhadap seluruh *training set* (Riadi, 2001).

Setelah diketahui pola data input dan output, maka kita juga bisa mencari nilai *error* dari sistem ini dengan *epoch* yang ditentukan yaitu 1000 kali. Nilai *training error* dengan

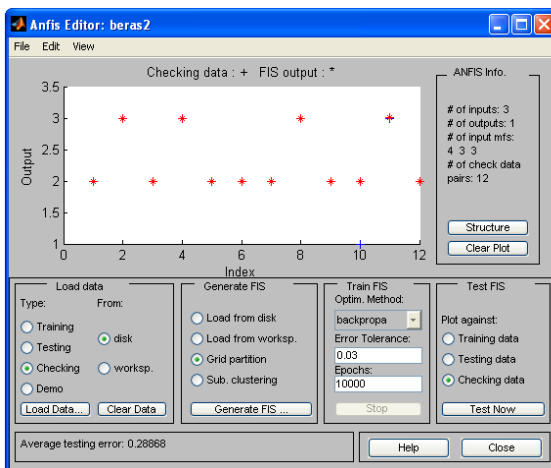
1000 kali *epoch* adalah 0,14188 (metode *hybrid*) dan 2,292 (metode *backpropagation*).

Dari data ini, diperoleh error 0,14188 dimana prediksi yang kita berikan dari sistem adalah hampir tepat, dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. Ketepatan prediksi ini dibuktikan dengan Gambar 4 dimana hasil prediksi telah mendekati nilai data yang sebenarnya.

Validasi Sistem

Validasi sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem prediksi yang kita kembangkan ini dapat diterapkan pada data-data yang lain. Jika sistem ini bisa diterapkan pada data-data ketersediaan beras yang lain dan menghasilkan prediksi yang tepat dengan error kecil, maka sistem ini dapat dikatakan valid. Dalam validasi sistem, kita membutuhkan data lain, selain yang digunakan dalam menyusun sistem.

Dengan program Matlab 7.0.1, kita bisa melihat sistem yang dikembangkan ini valid atau tidak melalui proses *checking* data. Data yang dicek adalah data pasokan beras, volume perdagangan, konsumsi beras dan ketersediaan beras riil selain dari data yang digunakan dalam proses pembelajaran. Pada penelitian ini menggunakan 12 data input riil untuk proses validasinya. Hasil proses *checking* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Gambar perbandingan antara ketersediaan beras prediksi dengan ketersediaan beras riil

Pada Gambar diatas, dapat dilihat bahwa sistem ini valid dalam memprediksi ketersediaan beras di masyarakat karena rata-

rata error pengujian sebesar 0,28868. Simbol bintang biru adalah data riil dari hasil survey, sedangkan simbol bintang merah merupakan hasil prediksi dari sistem ini. Tingkat error system masih cukup tinggi disebabkan oleh range dari ketersediaan beras terlalu lebar karena dalam bentuk kualitatif (defisit, normal dan surplus) dan data riil ketersediaan beras yang diperoleh juga kualitatif, tidak menggunakan angka pasti dengan satuan ton atau kg seperti pada ketiga inputnya.

Keunggulan dan Keterbatasan Sistem

Keunggulan Sistem

Secara keseluruhan penggunaan logika fuzzy dan JST pada sistem prediksi ketersediaan beras ini mampu memprediksi pola ketersediaan beras yang dihasilkan dari survey. Dengan rata-rata error hasil pengujian data sebesar 0,3873 maka sistem ini bisa dikatakan cukup valid dan unggul.

Keterbatasan sistem

Adanya input yang fuzzy dari pasokan beras, volume perdagangan dan konsumsi beras memungkinkan sistem kurang dapat memprediksi ketersediaan beras dengan tepat. Hal ini juga terkait dengan rule yang telah disusun. Selain itu, mungkin masih ada faktor lain yang mempengaruhi ketersediaan beras selain 3 input tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jaringan syaraf tiruan dan logika *fuzzy* dapat digunakan dalam membangun suatu sistem intelijen untuk memprediksi nilai ketersediaan beras di masyarakat. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian dimana sistem yang dikembangkan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan dan logika fuzzy dengan rata-rata error hasil pengujian data sebesar 0,3873 maka sistem ini bisa dikatakan cukup valid dan unggul. Hasil prediksi menggunakan ANFIS menunjukkan tingkat kesalahan sebesar 0,28868, jadi dapat dikatakan tingkat keakuratan dalam prediksi ketersediaan sangat tinggi.

Saran

Sistem prediksi ketersediaan beras ini masih sangat sederhana, karena hanya melibatkan 3 input yaitu pasokan beras, volume perdagangan dan konsumsi beras. Padahal banyak faktor lain yang berpengaruh pada ketersediaan beras seperti bencana alam, banyaknya pesta di masyarakat, dsb. Namun karena keterbatasan data teknis, maka sistem yang menyeluruh belum bisa dibuat. Oleh karena itu perlu penelitian lebih lanjut tentang:

1. Membuat sistem prediksi ketersediaan beras di masyarakat yang melibatkan semua faktor yang berpengaruh sebagai input.
2. Mengaplikasikan sistem prediksi ini pada data-data dari agen atau distributor beras yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari A. 1995. *Efisiensi Persediaan Bahan*. Yogyakarta : BPFE.
- Assauri S. 1993. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LPFE-UI.
- Austin JE 1981. *Agroindustrial Project Analysis*. The John Hopkins.
- Fatih O, CD Atiş, O Karahan, E Uncuoglu and H Tanyildizi. 2008. Comparison of artificial neural network and fuzzy logic models for prediction of long-term compressive strength of silica fume concrete. *Journal Advances in Engineering Software*. **Volume 40**. Issue 9
- FAO. 1996. *World Food Summit*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- Indrajit RE. 2003. *Manajemen Persediaan – Barang Umum dan Suku Cadang untuk Pemeliharaan, Perbaikan dan Operasi*, Grasindo
- Jang JSR. CT.Sun and E. Mitzutani. 1994. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. Prentice-Hall Internasional.
- Marimin. 2002. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar Dalam Teknologi Manajerial*. Bogor : IPB Press.
- Mustafa S. 2008. Predicting the compressive strength of mortars containing metakaolin by artificial neural networks and fuzzy logic. *Journal Advances in Engineering Software* **Volume 40**, Issue 9
- Maxwell S. 1996. Food security: a post-modern perspective. *Food Policy*. **Vol. 21**. No.2
- Rangkuti F. 2004, *Manajemen Persediaan – aplikasi di bidang Bisnis*. Jakarta: Raja Grafindo persada.
- Riadi. 2001. *Jaringan Syaraf Propagasi Balik untuk Pengenalan Tanda Tangan*. [Skripsi yang tidak dipublikasikan Program Sarjana. Jurusan Ilmu Komputer FMIPA IPB Bogor]
- Schoerder. 1994. *Manajemen Operasi Pengambilan Keputusan dalam Suatu Fungsi Operasi*. Jakarta :Penerbit Erlangga.
- Turban E. 2005. *Decision Support System and Intelligent Systems*. 7th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall,