

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Teori Valas (Forex)

Di dalam perkembangan dan dinamisme aktivitas ekonomi saat ini, uang bukan saja merupakan alat pembayaran, melainkan sudah menjadi semacam komoditas yang bisa diperdagangkan. Perdagangan mata uang ini sering disebut juga sebagai perdagangan valuta asing atau FOREX (*Foreign Exchange*).

Forex (*Foreign Exchange*) adalah perdagangan antara mata uang yang satu dengan mata uang lainnya. Perdagangan forex atau valas adalah perdagangan yang paling likuid dibandingkan perdagangan lainnya. Perdagangan forex atau valas tidak harus dilakukan melalui bursa seperti perdagangan saham, namun bisa dilakukan setiap saat melalui telepon atau jaringan elektronik lain. Dengan 24 jam sehari (5 hari seminggu), perdagangan valas dimulai setiap harinya dari Sydney, lalu kemudian bergerak ke seluruh pusat keuangan dunia di Tokyo, London dan New York.

Foreign Currency dapat diartikan secara sederhana sebagai mata uang asing atau valuta asing (valas). Disebut mata uang asing karena mata uang tersebut bukan merupakan mata uang negara yang bersangkutan (domestik). Contohnya adalah dollar Amerika di Indonesia disebut valas dan sebaliknya, rupiah di Amerika disebut valas.

Berbagai mata uang yang dipergunakan dalam transaksi adalah mata uang yang relatif kuat (stabil) dan mata uang yang relatif lemah (tidak stabil). Mata uang yang nilainya relatif stabil (*hard currency*) pada umumnya merupakan mata uang dari negara-negara industri maju seperti dollar Amerika (USD), Euro (EUR), yen Jepang (JPY), poundsterling (GBP), dollar Australia (AUD) dan franc Swiss (CHF). Pergerakan mata uang yang relatif stabil sangat fluktuatif, sehingga memungkinkan terjadinya perdagangan.

Berbeda dengan *hard currency*, mata uang yang nilainya relatif lemah (*soft currency*) pada umumnya merupakan mata uang dari negara-negara berkembang seperti rupiah (IDR), bath Thailand (THB), peso Argentina (ARS) dan sebagainya.

Dalam transaksi ini mata uang yang diperdagangkan selalu berpasangan, misalnya USD/EUR, yaitu perbandingan nilai atas mata uang US Dollar terhadap Euro dengan mata uang US Dollar sebagai penilaian. Contoh yang lain, misalnya USD/GBP, yang artinya perbandingan nilai atas mata uang US Dollar terhadap Poundsterling dengan mata uang US Dollar sebagai penilaian.

Dalam transaksi valas yang menganut perdagangan *future*, keuntungan dan kerugian tidak harus terjadi, selama kita tidak mengeksekusinya. Ini berbeda dengan perdagangan yang menganut perdagangan *forward*, di mana eksekusi penyerahan barang harus dilakukan pada waktu yang telah disepakati yaitu satu bulan. Nama lain dari eksekusi adalah likuidasi perdagangan valuta asing.

2.1.1 Jenis pasar valas

Pasar valas dibedakan dari transaksi yang dilakukan pada pasar tersebut. Berikut ini adalah jenis pasar valas dan transaksi yang dilakukan di pasar valas tersebut :

1. *Spot Market*

Pasar *spot* adalah pasar di mana transaksi pembelian dan penjualan valas dilakukan berdasarkan nilai tukar yang terjadi pada saat transaksi (*spot rate*).

2. *Forward Market*

Pasar *forward* adalah pasar di mana transaksi pembelian dan penjualan valas dilakukan berdasarkan kurs yang ditetapkan pada saat sekarang, namun diberlakukan pada waktu yang akan datang (*forward*).

3. *Future Market*

Pasar *futures* adalah bentuk khusus dari pasar *forward* di mana transaksi pembelian dan penjualan valas dilakukan pada suatu bursa resmi dan berdasarkan suatu regulasi dan aturan tertentu.

2.1.2 Pelaku pasar valas

Berikut ini adalah pelaku pasar valas beserta kurs yang ada di pasar *spot*:

1. Bank Sentral

Bank sentral suatu negara berperan penting terhadap pasar valas dengan tujuan untuk menstabilkan posisi nilai tukar. Aktivitas ini dilakukan terutama pada negara yang menganut *fixed exchange rate* dan *managed floating*.

2. Perusahaan dan Individu

Kebutuhan perusahaan terhadap valas biasanya pada perusahaan ekspor impor yang melakukan jual beli valas. Kebutuhan individu terhadap kurs valas umumnya pada saat bepergian ke luar negeri atau mentransfer uang. Kurs yang dipakai adalah kurs *spot* yang ada pada bank atau *money changer* tempat menukarkan valas.

3. Investor dan Spekulator

Investor yang membutuhkan valas pada umumnya mereka yang berinvestasi pada efek atau surat berharga dalam mata uang asing, sedangkan aktivitas spekulator di pasar uang adalah mendapatkan keuntungan dari naik turunnya mata uang.

4. *Dealer*

Dealer bank dan *non bank* dapat beroperasi baik di pasar antar bank (*interbank market*) atau pasar klien (*client market*) dengan tujuan mendapatkan keuntungan dari selisih harga jual dan harga beli valas.

5. *Commercial Bank*

Bank komersial membutuhkan valas pada saat mereka menyediakan produk atau jasa yang berkaitan dengan valas, seperti tabungan valas, deposito valas, transfer valas atau L/C.

2.1.3 Kelebihan dan kekurangan perdagangan valas

Perdagangan valas memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan perdagangan produk-produk keuangan lain seperti perdagangan saham. Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh perdagangan valas adalah sebagai berikut:

1. *24-Hours Trading*

Perdagangan valas dapat dilakukan 24 jam sehari, 5 hari seminggu, kapan dan di manapun kita berada. Dengan begitu, kesempatan untuk mendapatkan keuntungan dan kerugian juga tersedia 24 jam.

2. Likuiditas

Banyaknya *broker* atau *dealer* dalam pasar valas menjadikan harga pada pasar valas lebih stabil. Dengan demikian, *trader* bisa membuka atau menutup posisi pada *fair market price*.

3. Rendahnya biaya transaksi

Broker di pasar valas biasanya menerapkan komisi yang relatif sangat kecil dibandingkan dengan *broker* di pasar modal. Biaya transaksi *trading online* di internet gratis. Selain itu, selisih (*spread*) antara harga beli (*bid*) dan harga jual (*ask*) sangat kecil.

4. Potensi keuntungan pada *Rising* dan *Falling Price*

Dalam setiap posisi *open*, *trader* membeli (*long*) suatu mata uang sekaligus menjual (*short*) mata uang lain. Posisi *short* berarti *trader* menjual suatu mata uang

untuk mengantisipasi mata uang tersebut akan melemah terhadap mata uang lainnya. Dua posisi yang dilakukan secara bersamaan ini berarti *trader* memiliki potensi keuntungan dengan baik pada mata uang yang menguat maupun pada mata uang yang melemah.

5. *Margin Trading*

Perdagangan dengan *margin* membuat daya beli pemodal melebihi jumlah modal yang dimiliki.

Selain memiliki sisi kelebihan, perdagangan valas juga mengandung risiko.

Beberapa risiko yang ada pada perdagangan valas adalah sebagai berikut :

1. *Exchange Rate Risk*

Risiko ini disebabkan karena akibat dari naik turunnya nilai tukar valuta asing.

2. *Country Risk*

Risiko ini disebabkan karena akibat dari campur tangan pemerintah dalam perdagangan valas.

2.1.4 Analisis fundamental dan teknikal

Dalam melakukan transaksi mata uang tidak terlepas dari kepandaian kita dalam menganalisis pergerakan mata uang tersebut. Analisis ini dilakukan untuk menentukan arah pergerakan dari mata uang tersebut. Ada 2 macam metode analisis yaitu, analisis fundamental dan analisis teknikal. Nilai tambah dari masing-masing metode analisis tergantung dari sudut pandang penggunaannya.

Analisis fundamental adalah analisis yang didasarkan pada situasi ekonomi, politik dan keamanan secara global serta kondisi setiap negara di dunia, terutama negara-negara pemilik mata uang kuat, seperti Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Swiss, Jepang, Cina,

Singapura, Australia dan New Zealand. Melalui analisis ini akan dilakukan prediksi terhadap pergerakan harga dan kecenderungan pasar dengan menganalisis indikator ekonomi, kebijakan pemerintah dan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap fundamental perekonomian.

Metode melakukan analisis fundamental adalah dengan cara memperbarui data informasi yang ada. Media informasi yang ada tergantung pada ketersediaan tempat yang ada.

Berikut ini adalah informasi yang patut diperhatikan dan dianalisis, antara lain :

1. *Trade Balance / Visible Trade* (Neraca Perdagangan)

Selisih antara ekspor dan impor barang. Biasanya *trade balance* tidak menghitung ekspor dan impor barang-barang tidak berwujud atau jasa (*invisible*). Apabila nilai ekspor lebih besar daripada nilai impor, maka *trade balance* akan *surplus*. Posisi yang direkomendasikan adalah *open buy*. Sebaliknya, bila defisit, *open sell*.

2. *Industrial Production*

Metode ini mengukur *output* dari industri-industri suatu negara. Indikatornya adalah peningkatan jumlah produksi dibandingkan periode sebelumnya, yang dinyatakan dalam presentase. Jika tingkat pengangguran menurun maka akan meningkatkan inflasi. Peningkatan inflasi akan melemahkan mata uang. Posisi yang harus diambil adalah *open sell*. Sebaliknya jika mendapati informasi penurunan produksi ambil posisi *open buy*.

3. *Producer Price Index (PPI Input)*

Indeks ini mengukur perubahan harga atas bahan-bahan mentah yang digunakan dalam proses industri manufaktur.

4. *Producer Price Index (PPI Output)*

Indeks ini mengukur perubahan harga pada tingkat barang-barang setengah jadi dan barang jadi yang dihasilkan oleh imanufaktur.

5. *Retail Sales*

Data ini memberikan informasi jumlah penjualan keseluruhan pengecer kepada konsumen. Jika terjadi peningkatan volume penjualan eceran maka akan menunjukkan adanya peningkatan permintaan (*demand*). Peningkatan permintaan akan menyebabkan peningkatan inflasi. Peningkatan inflasi akan menyebabkan nilai mata uang melemah. Posisi yang direkomendasikan adalah *open sell*. Sebaliknya, jika terjadi penurunan volume penjualan eceran, *open buy*.

6. *Unemployment Rate (Tingkat Pengangguran)*

Data mengenai tingkat pengangguran ini berhubungan dengan inflasi. Secara teori jika tingkat pengangguran tinggi mencerminkan rendahnya inflasi.

7. *Non-Farm Payrolls*

Data ini merupakan perubahan upah di sektor non pertanian atau sektor industri. Kenaikan upah di sektor ini menunjukkan indikator akan terjadi peningkatan permintaan yang berpengaruh terhadap peningkatan inflasi. Peningkatan inflasi akan memperlemah nilai tukar mata uang.

Analisis teknikal adalah suatu metode analisis yang menggunakan pengujian atas pergerakan harga di masa lalu dengan tujuan prediksi (*forecast*) pergerakan harga di masa yang akan datang. Analisis ini digunakan untuk *forecasting* harga sekuritas, antara lain saham(*stock*), *forex*, *option*, atau *instrument* lain yang bisa diperdagangkan di pasar. Harga di sini adalah kombinasi antara *open price*, *high price*, *low price* dan *close price* suatu sekuritas pada suatu rentang waktu (*timeframe*) tertentu. Rentang waktu di sini

dikategorikan dalam *intraday* (tiap 5 menit, 30 menit atau dalam kisaran hitungan jam), harian, mingguan atau bulanan, bahkan untuk hitungan tahun. Ada 2 jenis alat yang dapat digunakan dalam analisis teknikal, yaitu grafik (*charting*) dan model kuantitatif (*quantitative model*).

Analisis teknikal dilakukan dengan menggunakan grafik (*charting*) untuk menggambarkan para pelaku pasar dalam melakukan aktivitas jual beli. Grafik yang digunakan adalah grafik garis (*line chart*), grafik batang (*bar chart*) dan *candlestick chart*.

Analisis teknikal menggunakan hasil dari model dan persamaan matematis lalu digabungkan dalam bentuk grafik. Grafik tersebut bertujuan untuk meramalkan pergerakan harga pada masa yang akan datang.

Beberapa model kuantitatif dalam melakukan analisis teknikal adalah sebagai berikut :

1. *Trendline*

Metode ini mempunyai pola pergerakan mata uang dengan melihat tren dari pergerakan tersebut. Dalam metode trendline ini, ada 3 pola pergerakan, yaitu *up trend*, *down trend* dan *sideway*.

2. *Support*

Metode ini didasarkan pada suatu batas bawah, yaitu sekelompok harga-harga terendah yang terjadi beberapa waktu yang lalu.

3. *Resistant*

Metode ini mempunyai pola kebalikan dari *support*, yaitu sekelompok harga tertinggi yang terjadi beberapa waktu yang lalu dan membentuk suatu kekuatan harga yang disebut *resistant level*.

4. *Relative Strength Index (RSI)*

Metode ini memberikan informasi seberapa besar tekanan jual atau tekanan beli terhadap posisi transaksi suatu mata uang. Indikator RSI ini adalah antara 0% sampai 100%.

5. *Stochastic*

Metode stochastic adalah mengukur seberapa dekat jarak harga suatu mata uang terhadap rentang harga tertinggi dan terendah pada periode yang lalu.

Berikut ini adalah 3 prinsip yang bisa digunakan sebagai petunjuk dalam memahami analisis teknikal, yaitu:

1. Refleksi semua kejadian

Para analis teknikal menganggap bahwa nilai suatu mata uang ditentukan oleh kekuatan permintaan dan penawaran yang tercermin pada kurs mata uang. Jika permintaan meningkat dan penawaran menurun atau tetap, maka harga akan naik, dan akan terjadi kebalikannya jika kondisinya terbalik.

2. Tren

Prinsip gerakan tren bisa dianalogikan dengan gerakan mobil. Jika kita mengemudikan mobil, maka kita akan memulai dengan kecepatan minimal. Setelah memasuki arah yang dituju maka kecepatan mobil akan maksimal. Lalu, untuk berbalik arah tidak mungkin langsung membalik. Kita akan memperlambat laju mobil, kemudian secara perlahan berbalik arah. Hal itu sama seperti kurs mata uang. Tren akan menuju arah yang dituju sampai harga bergerak melambat dan memberi sinyal bahwa harga akan berbalik dan akhirnya harga bergerak menuju ke arah sebaliknya. Lalu dimulai tren baru dan rangkaian perjalanan tren akan berulang kembali.

3. Selalu berulang

Para analis teknikal percaya bahwa setiap investor akan mengulangi tindakan yang sama jika kondisi pasar yang terjadi juga sama. Keadaan ini dipetakan dalam suatu diagram populer dengan sebutan *chart*. Pola dari *chart* adalah pola yang berulang, maka itulah dimanfaatkan para analisis teknikal untuk memprediksi gerakan harga di masa mendatang.

2.2 Teori dasar GMDH

Berikut ini akan dijelaskan mengenai teori dasar GMDH yang meliputi pengenalan GMDH, asal usul GMDH hingga karakteristiknya.

2.2.1 Pengenalan GMDH

GMDH merupakan singkatan dari *Group Method of Data Handling*, adalah metode *self-organising* yang pada awalnya digunakan untuk menghasilkan model matematika dari sistem yang kompleks dengan menggunakan sampel data dari hasil percobaan. Hal ini dilakukan dengan berdasarkan pada prosedur *sorting-out* yaitu prosedur seleksi dari model yang bertambah kompleks, memilih dari kumpulan kandidat model sesuai dengan kriteria eksternal yang diberikan pada bagian terpisah dari sampel data. Maka algoritma GMDH menyelesaikan persamaan :

$$g = \min_{g \in G} CR(g) \dots\dots\dots(2.1)$$

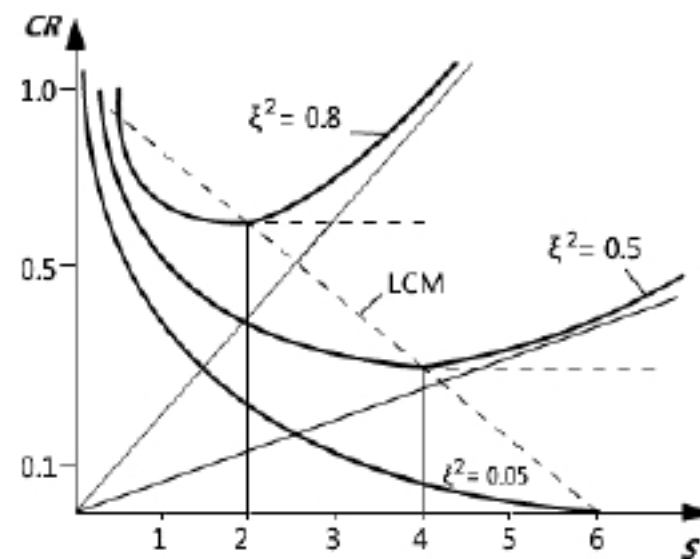
dimana G adalah kumpulan kandidat model dan $CR(g)$ adalah kriteria eksternal dari kualitas model g .

Kebanyakan algoritma GMDH menggunakan fungsi referensi polinomial untuk membentuk kumpulan dari kandidat model. Teorema Kolmogorov-Gabor menunjukkan bahwa semua fungsi $y = f(\vec{x})$ dapat direpresentasikan sebagai :

$$y = a_0 + \sum_i \sum_j a_{ij} x_i x_j + \sum_i \sum_j \sum_k a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana x_i adalah variabel independen dalam vektor variabel *input* x dan a adalah vektor koefisien. Fungsi referensi non *linear* lain seperti : diferensial, logistik dan harmonik dapat pula digunakan. Algoritma GMDH digunakan untuk menentukan koefisien dan persamaan dari fungsi referensi yang digunakan untuk mendeskripsikan sistem per bagian. Algoritma GMDH merupakan algoritma *multilayer* dan pada tiap *layer* deskripsi suatu bagian cukup sederhana dan deskripsi tersebut diteruskan ke *layer* selanjutnya untuk secara bertahap mendapatkan model akhir dari sebuah model kompleks.

Algoritma GMDH menggunakan pasangan *input-output* yang tersedia dari hasil percobaan yang dibagi menjadi *training set* dan *validation set*. Algoritma GMDH berjalan dengan mengembangkan satu *layer* pada suatu saat. Untuk *layer* pertama komponen *input* asli dibagi menjadi pasangan-pasangan *input* terpisah dan sebuah *unit* dibuat untuk setiap pasangan tersebut yang menghitung sebuah persamaan kuadrat polinomial dari pasangan komponen *input*. Teknik regresi digunakan untuk menentukan koefisien polinomial yang paling tepat menggambarkan pemetaan yang diinginkan yang didefinisikan oleh pasangan *input-output* dari *training set*. Perubahan Nilai Kriteria Eksternal Terhadap Kompleksitas Struktur Model S Untuk *Noise Variance* ξ^2 yang Berbeda LCM : garis locus dari kriteria minimal dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Perubahan Nilai Kriteria Eksternal Terhadap Kompleksitas Struktur Model S Untuk Noise Variance ξ^2 yang Berbeda
LCM : garis locus dari kriteria minimal

Pada Gambar 2.1, sudah terbukti bahwa algoritma GMDH menyatu dan bahwa model *non-physical* yang diperoleh oleh GMDH lebih baik daripada model *full-physical* jika dilihat dari kriteria *error*. Ciri-ciri khusus pada algoritma GMDH adalah model yang akan dipilih dievaluasi pada kumpulan data baru, berbeda dengan kumpulan data yang digunakan untuk mengestimasi parameternya.

2.2.2 Asal usul GMDH

Algoritma GMDH pada saat ditemukannya pada tahun 1968 oleh Alexey Grigorevich Ivankhnenko agak berbeda dengan algoritma GMDH hasil pengembangannya pada saat ini. Meskipun pengembangan dari GMDH sudah sangat luas pada jaman sekarang, GMDH dengan versi aslinya masih banyak dipakai sebagai pelengkap algoritma lain dalam melakukan prediksi. Pada awalnya Ivankhnenko mengembangkan GMDH dari konsep teori *polynomial* dan *regression analysis*.

Di dalam teori polinomial, diusulkan penggunaan *predictive polynomial* untuk menyelidiki suatu sistem yang dinamis dan kompleks. *Predictive polynomial* adalah persamaan regresi yang menghubungkan nilai masa depan dari variabel *output* dengan

nilai saat ini atau nilai masa lalu dari semua variabel *input* dan *output*. *Regression analysis* membantu dalam mendapatkan koefisien dari persamaan polinomial dengan kriteria minimum *mean-square error*.

Teori matematika yang lebih umum untuk menghasilkan persamaan polinomial optimal menggunakan informasi yang diberikan pada beberapa titik interpolasi belum tersedia. Jadi, pada teori polinomial dikembangkan *hypoteses of selection* yaitu persamaan polinomial diperlakukan dengan cara yang sama dengan biji tanaman pada pertanian. Hal ini memungkinkan untuk didapatkan deskripsi polinomial dari sebagian atau keseluruhan persamaan polinomial dengan mengamati *input* dan *output*nya dalam waktu yang cukup singkat.

Masalah utama yang dipecahkan oleh teori polinomial adalah untuk mencari deskripsi polinomial dengan kompleksitas yang optimal dimana deskripsi polinomial tersebut cukup untuk menjelaskan kompleksitas dari sistem. Hanya deskripsi seperti itu yang dapat memberikan akurasi prediksi yang tinggi.

Hypotheses of selection adalah pemilihan tanaman dengan cara regenerasi. Untuk memperoleh tanaman dengan ciri-ciri khusus maka tanaman dengan jumlah yang mungkin memiliki ciri-ciri tersebut ditanam (heuristik yang pertama adalah pemilihan tanaman awal analogi dari pemilihan persamaan polinomial awal). Kemudian penyilangan pertama dilakukan (generasi dari kombinasi pada *layer* pertama). Lalu panen pertama tiba.

Dari panen generasi pertama (pemilihan pertama menggunakan *threshold*), dipilih tanaman yang lebih memenuhi ciri-ciri yang diinginkan dibanding dengan tanaman-tanaman lain. Biji dari tanaman ini sekali lagi ditanam, dan kemudian tanaman-tanaman tersebut disilangkan (generasi dari kombinasi pada *layer* kedua). Dari panen kedua maka dipilih lagi biji-biji tertentu (pemilihan yang kedua menggunakan *threshold*) yang berikutnya akan ditanam lagi, begitu seterusnya.

Aturan dari proses pemilihan adalah :

1. Untuk tiap generasi terdapat jumlah optimal tertentu dari biji yang akan ditanam. Perubahan sedikitpun terhadap jumlah tersebut akan menyebabkan lambatnya dan rusaknya proses pemilihan.
2. Proses pemilihan tidak dapat diselesaikan dalam satu generasi, beberapa generasi (paling sedikit tiga atau empat) dibutuhkan. Bila proses pemilihan terlalu lama (terlalu banyak generasi), tanaman akan *degenerate* yaitu kualitasnya akan menurun. Oleh karena itu digunakan proses seleksi yang kedua menggunakan kriteria yang berbeda pada sistem secara keseluruhan untuk memastikan bahwa tanaman (persamaan polinomial) yang dihasilkan benar-benar merupakan hasil yang optimal.

Langkah-langkah untuk melakukan pemilihan variabel pada GMDH adalah :

1. Semua data hasil percobaan dibagi menjadi dua bagian yaitu *training set* dan *checking set*.
2. Koefisien dari *layer* pertama *partial description* dihitung dengan menyelesaikan persamaan Gauss normal sesuai dengan kriteria minimum *mean-square-error*.
3. Setelah mendapatkan nilai koefisien variabel *intermediate* dihitung dan menggunakan data yang terdapat pada *checking set* ditentukan *mean-square-error* untuk tiap variabel.
4. Hanya variabel yang akurat dengan *error* terkecil yang dapat digunakan pada proses berikutnya, variabel-variabel ini tetap dibiarkan dalam *training* dan *checking set*, variabel yang lain dibuang.
5. Langkah 1-4 diulangi lagi untuk *layer* berikutnya sampai jumlah generasi dianggap cukup berdasarkan kriteria tertentu.

Bentuk fungsi *polynomial* pada GMDH yang dipecahkan pada tiap *layer* adalah :

$$y = a_0 + a_1x_i + a_2x_j + a_3x_i^2 + a_4x_j^2 + a_5x_ix_j \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana a merupakan vektor koefisien, y adalah variabel *output* yang diprediksi, x adalah variabel *intermediate*.

Tiap variabel *intermediate* diamati efeknya pada akurasi prediksi. Aturan utama adalah dengan menggunakan *testing set* yang terpisah untuk kontrol akurasi. Bila data *training* yang digunakan untuk mengestimasi koefisien digunakan diperoleh solusi yang tidak benar karena perubahan kecil pada data training menyebabkan perubahan besar pada nilai koefisien. Hal ini menjadi alasan yang utama dari dibaginya data yang ada menjadi *training set* dan *validation set*. *Training set* digunakan untuk menghitung koefisien dari *partial description* dan *validation set* digunakan untuk mengevaluasi kualitas dari *partial description*.

Kelebihan dari algoritma GMDH awal menurut Ivankhnenko :

1. Dengan adanya penggunaan *partial polynomial* pada GMDH dapat diperoleh data yang cukup untuk mengestimasi koefisien persamaan Gauss normal, sebaliknya bila digunakan persamaan polinomial lengkap data yang tersedia tidak akan cukup.
2. Matriks dari persamaan polinomial lengkap selalu *ill conditioned* (tidak bisa dicari koefisien Gauss normalnya). Tetapi sebaliknya selalu dapat dipilih matriks dengan kondisi baik di antara banyak matriks persamaan *partial*.
3. GMDH dapat mengatasi pada saat *training set* terdiri dari kumpulan data dengan jumlah yang cukup kecil dan mengandung data yang berbahaya yaitu data yang bila dihilangkan maka akurasi akan meningkat. Tugas ini dilakukan oleh *threshold* yang menyeleksi persamaan pada akhir dari tiap *layer*.

2.2.3 Karakteristik GMDH

Karakteristik yang utama dari GMDH adalah pada saat menggunakan data kontinyu dengan *noise*, GMDH memilih model *non-physical* sederhana yang optimal. Hanya untuk data yang akurat dan diskrit algoritma ini menghasilkan model *physical* yang paling sederhana dan optimal, dari semua model.

Telah terbukti bahwa dengan menggunakan algoritma *multilayered* GMDH dan model *non-physical* yang lebih pendek lebih baik daripada model *fill-physical* (Untuk data kontinyu dan mengandung *noise* yang digunakan untuk melakukan prediksi dan aproksimasi, model *non-physical* yang telah disederhanakan menjadi lebih akurat). Satu-satunya cara untuk mendapatkan model *non-physical* adalah dengan menggunakan *sorting-out* algoritma GMDH.

Karakteristik khusus dari GMDH adalah sebagai berikut :

1. Pendukung eksternal.

Hanya eksternal kriteria yang dihitung pada informasi baru yang terpisah dapat menghasilkan karakteristik *sorting-out* yang minimum. Karena itu sampel data dibagi menjadi bagian untuk pembentukan model dan bagian lainnya untuk evaluasi.

2. *Freedom of choice*.

Pada algoritma *multilayered* GMDH yang diteruskan dari satu *layer* ke *layer* yang lainnya adalah bukan satu tetapi sejumlah F pilihan yang terbaik untuk memungkinkan kebebasan memilih.

3. Aturan untuk *layer complication*.

Partial Description (bentuk deskripsi matematika untuk iterasi) harus sederhana, tanpa anggota kuadratik di dalamnya.

4. Definisi model tambahan.

Pada kasus-kasus dimana pemilihan model *physical* yang optimal sangat sulit karena adanya noise pada karakteristik kriteria minimal, dapat digunakan *auxiliary discriminating criteria*. Pemilihan dari kriteria utama dan kendala untuk prosedur *sorting-out* merupakan heuristik utama dari GMDH.

5. Semua algoritma memiliki struktur *multilayered* dan perhitungan paralel dapat diimplementasikan dalam realisasinya.

Kriteria utama yang digunakan adalah *cross-validation*, *PRR(s)*, *regularity AR(s)* dan *balance of variables BL(s)*.

Kondisi dimana GMDH memiliki karakteristik minimal adalah :

1. Kriteria dari pemilihan model harus eksternal, berdasar pada informasi tambahan baru yang tidak digunakan sebelumnya pada pembentukan model.
2. Sampel data harus tidak boleh terlalu panjang. Sampel data tersebut menghasilkan bentuk karakteristik yang sama seperti pada data yang tepat tanpa *noise*.
3. Bila *balance criteria BL(s)* digunakan, diperlukan adanya *noise* kecil, atau variabel pada sampel data tidak harus dihitung dengan sangat tepat.

2.2.4 Varian GMDH

Sejak pertama kali ditemukan oleh Ivankhnenko, sampai saat ini telah banyak dikembangkan model GMDH baru yaitu *Combinatorial*, *Multilayered Iterative (MIA)*, *Objective System Analysis (OSA)*, *Two-Level (ARIMAD)*, dan lainnya. Namun pada tugas akhir ini hanya akan dijelaskan mengenai *Combinatorial* dan *MIA* saja.

2.2.5 Algoritma GMDH *combinatorial*

Algoritma ini menggunakan struktur *single layer*. Algoritma ini juga menggunakan fungsi penjumlahan untuk semua kombinasi dari variabel *input*. Contoh model matematika dari dua variabel untuk algoritma ini adalah :

$$y = a_0 + a_1u_1 + a_2u_2 + a_3u_1^2 + a_4u_2^2 + a_5u_1u_2 \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana Y adalah perkiraan hasil peramalan. u1, u2 adalah variabel *input*, dan a_i adalah konstanta. Algoritma ini menggunakan struktur *single layer* karena kompleksitasnya dalam pembuatan model.

Proses algoritma GMHD *Combinatorial* adalah sebagai berikut :

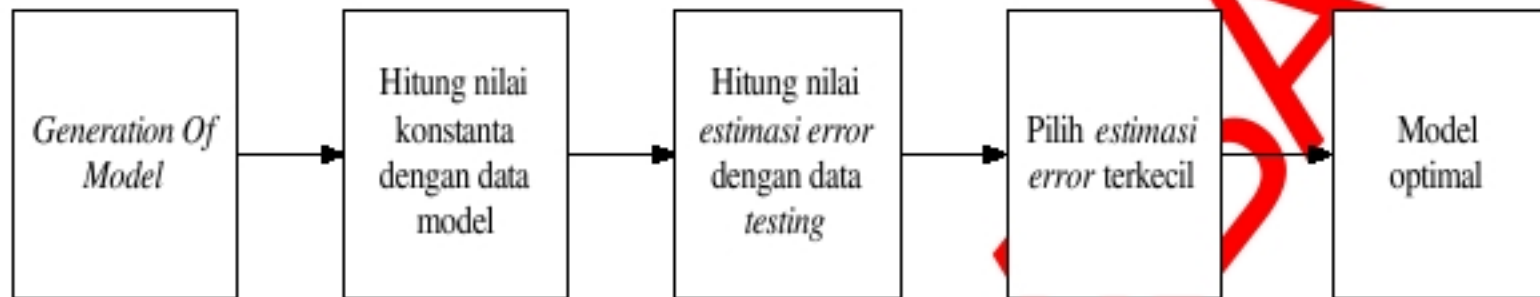
1. Pertama-tama harus dihitung dulu jumlah kombinasi dari variabel *input* dengan rumus $m = [n(n-1)/2] + 2n$ dimana m adalah jumlah kombinasi dari variabel *input*. Untuk jumlah variabel *input* 2, didapatkan $m = 5$. Kombinasi tersebut adalah u_1, u_2, u_1^2, u_2^2 , dan u_1u_2 . Langkah selanjutnya adalah menghasilkan model-model dengan rumus $v = 2^m - 1$. dimana v adalah jumlah model. Untuk m adalah 5, $v = 2^5 - 1 = 31$.

$$\begin{aligned}
 y_1 &= a_0^{(1)} + a_1^{(1)}u_1, \\
 y_2 &= a_0^{(2)} + a_2^{(2)}u_2, \\
 y_3 &= a_0^{(3)} + a_1^{(3)}u_1 + a_2^{(3)}u_2, \\
 y_4 &= a_0^{(4)} + a_3^{(4)}u_1^2, \\
 y_5 &= a_0^{(5)} + a_1^{(5)}u_1 + a_3^{(5)}u_1^2, \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 y_{31} &= a_0^{(31)} + a_1^{(31)}u_1 + a_2^{(31)}u_2 + a_3^{(31)}u_1^2 + a_4u_2^2 + \\
 &\quad a_5u_1u_2 \dots \dots \dots (2.5)
 \end{aligned}$$

Dimana y_k adalah perkiraan hasil peramalan dari model yang ke $k, k = 1, 2, \dots, 31$ dan $a_i^{(k)}, i = 0, 1, 2, 3$ adalah konstanta.

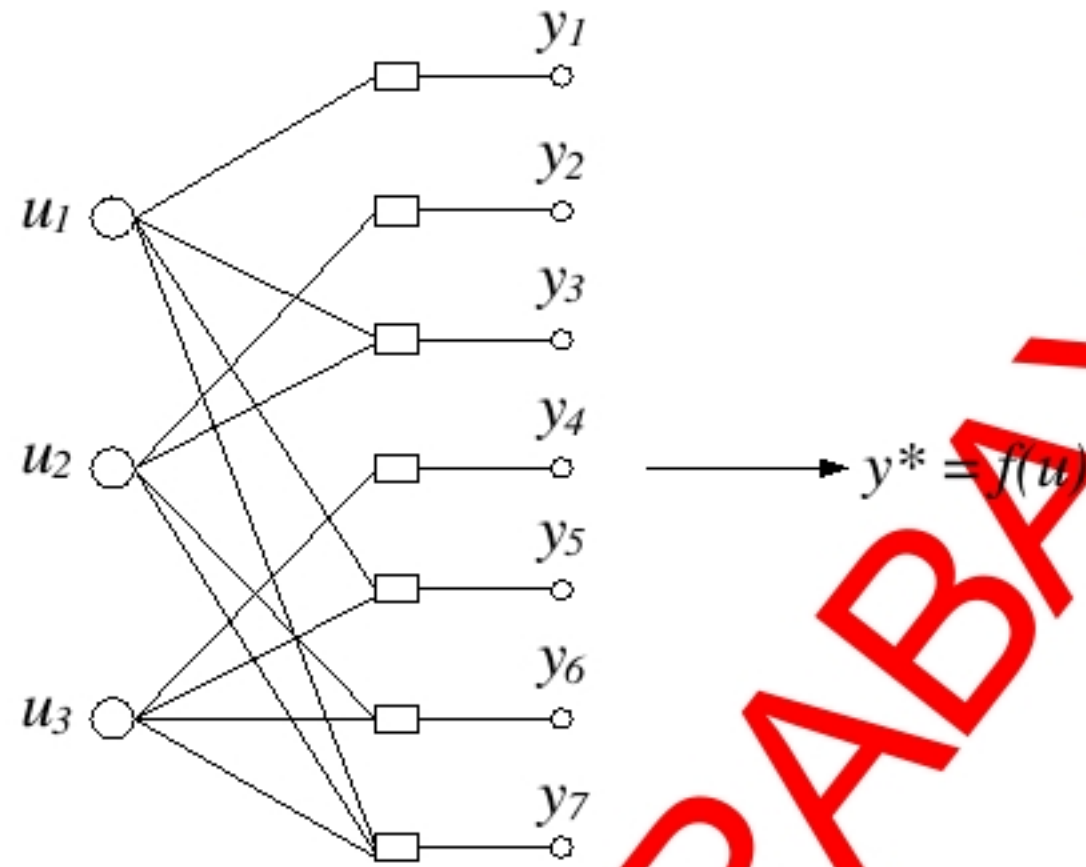
2. Nilai konstanta dihasilkan dengan *least square technique* dengan menggunakan *training set* pada tiap model.
3. Lalu tingkat *error* dihasilkan dengan menggunakan *testing set*.
4. Model dengan tingkat kesalahan terkecil dipilih dan dievaluasi lebih lanjut.

Langkah-langkah di atas digambarkan pada Gambar 2.2 seperti di bawah ini.



Gambar 2.2 Skema Alir Dari Algoritma *Combinatorial Single Layer*

Jika terjadi peningkatan jumlah variabel *input* maka jumlah kombinasi pun akan meningkat. Misalkan, terdapat m variabel *input* maka total kombinasi yg mungkin adalah $M_1 = (2^m - 1)$. Terdapat pembatasan jumlah variabel *input* berkaitan dengan kemampuan pengolahan data dari komputer. Gambar Struktur *Single Layer* dari Algoritma *Combinatorial* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Gambar Struktur *Single Layer* Dari Algoritma *Combinatorial*

Kombinasi model yg dihasilkan menggunakan susunan 0 dan 1 dari bilangan biner dimana jumlah baris menentukan jumlah model yg dihasilkan. Pada tiap model, nilai a_0 pasti 1 dan nilai konstanta dari tiap model dihasilkan dengan menggunakan *training set* seperti Gambar 2.4 di bawah ini.

i	$a_0^{(i)}$	$a_3^{(i)}$	$a_2^{(i)}$	$a_1^{(i)}$	
1	1	0	0	1	$\longrightarrow a_0 + a_1$
2	1	0	1	0	$\longrightarrow a_0 + a_2$
3	1	0	1	1	$\longrightarrow a_0 + a_1 + a_2$
4	1	1	0	0	$\longrightarrow a_0 + a_3$
5	1	1	0	1	$\longrightarrow a_0 + a_1 + a_3$
6	1	1	1	0	$\longrightarrow a_0 + a_2 + a_3$
7	1	1	1	1	$\longrightarrow a_0 + a_1 + a_2 + a_3$

Gambar 2.4 Pembentukan Model Dengan Menggunakan Struktur Biner

2.2.6 Multilayered Iterative (MIA)

MIA merupakan GMDH yang menggunakan struktur *multilayer* dimana pada pertama dicari model optimalnya kemudian model tersebut akan diteruskan ke layer ke dua dan seterusnya ke layer berikutnya.

MIA cocok digunakan untuk menangani input variabel yang sangat besar yaitu sampai dengan 500 variabel. MIA memiliki kecenderungan memproses data dengan cepat namun dengan tingkat keakuratan lebih rendah dibandingkan *combinatorial*.

STIKOMMP SURABAYA