

**SOLUSI SISTEM PERSAMAAN NONLINIER
DENGAN METODE JACOBIAN**

SKRIPSI

Oleh:

**ILMIADI
NIM. 05510006**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2010**

**SOLUSI SISTEM PERSAMAAN NONLINIER
DENGAN METODE JACOBIAN**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**ILMIADI
NIM. 05510006**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2010**

SOLUSI SISTEM PERSAMAAN NONLINIER DENGAN METODE JACOBIAN

SKRIPSI

Oleh:
ILMIADI
NIM. 05510006

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 10 Maret 2010

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Ach. Nasichuddin, M.A
NIP. 19730705 200031 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

SOLUSI SISTEM PERSAMAAN NONLINIER DENGAN METODE JACOBIAN

SKRIPSI

oleh :
ILMIADI
NIM: 05510006

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal, 10 April 2010

Susunan Dewan Penguji:	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Usman Pagalay, M.Si</u> NIP. 19650414 200312 1 001	()
2. Ketua : <u>Hairur Rahman, S.Pd, M.Si</u> NIP. 19800429 200604 1 003	()
3. Sekretaris : <u>Abdul Aziz, M.Si</u> NIP. 19760318 200604 1 002	()
4. Anggota : <u>Ach. Nashichuddin, MA</u> NIP. 19730705 200031 1 002	()

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilmiadi
NIM : 05510006
Jurusan : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Maret 2010
Yang membuat pernyataan,

Ilmiadi
NIM. 05510006

MOTTO

“Lebih Baik Melangkah Seribu Langkah untuk Mencari Air,
daripada Membiarkan Diri Mati Kehausan
di Tengah Padang Pasir”

PERSEMBAHAN



... dari seorang anak dengan cinta ...

... dari seorang anak untuk kedua orang tuanya:

Ayahanda Muhammad Salim & Ibunda Sumarni

yang selalu mendoakan, mendidik, mencintai dan menyayangiku
semoga Allah selalu memberikan kesehatan, kebahagiaan dunia-akhirat
dan umur panjang...Amin ...

... dari seorang anak untuk saudaranya:

Kakanda Alidin, A.Md & Mahdalena, S.Pd

serta Buah Mata dari keduanya

Annisa Ulhafidzah ...

... dari seorang anak untuk adik-adiknya:

Adinda Yuliana, MS & Gunadi, MS ...

... dari seorang anak untuk keluarganya:

Keluarga Besar Abdul Muthalib & Siti Aminah,

serta

Keluarga Besar Muhammad Daud & Selamah ...

... dari seorang anak untuk kekasihnya:

Adinda Fithriani Matondang ...

... dari seorang anak untuk teman-teman seperjuangan ...

... wahai saudaraku... jangan ada yang lain di hati kalian. Jadikanlah Allah
SWT sebagai satu-satunya yang kalian cintai. Jadikanlah Dia sebagai
segalanya dalam hidup kalian ...

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah SWT, atas rahmat, taufik dan karunia-Nya, penulis telah dapat menyusun skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan program S1 dalam bidang Matematika, pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu selayaknya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Abdussakir, M.Pd selaku Ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. H. Turmudi, M.Si selaku Dosen wali yang telah memberikan nasehat serta semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
5. Abdul Aziz, M.Si selaku pembimbing sains yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan arahan dan masukan yang sangat berguna dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ach. Nashichuddin M.A selaku pembimbing agama yang telah bersedia memberikan pengarahan keagamaan dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Segenap dosen dan staf pengajar, terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan.
8. Ayah dan Ibu tercinta dan segenap keluarga yang tiada henti selalu memberikan dukungan dan do'a.
9. Teman-teman matematika angkatan 2005 terima kasih atas segala pengalaman yang berharga dan kenangan indah yang telah terukir.
10. Teman-teman IPPEMATANG yang telah memberikan masukan dan do'a bagi penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, penulis selalu terbuka untuk menerima saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca yang budiman, untuk perbaikan penulisan selanjutnya.

Akhir kata, terimalah tulisan ini sebagai amal soleh hamba untukMu ya... Allah. Dan ampunkanlah hamba atas dosa-dosa huzuzunafsi (niat-niat pribadi yang tidak baik) yang senantiasa dibisik-bisikan ke dalam hati kami oleh nafsu hamba. Kiranya ada pahalanya disisimu ya Allah, maka semuanya hamba hadiahkan kepada yang tercinta guru-guru hamba, para pemimpin hamba, kedua orang tua hamba, para pemimpin yang telah berjasa mendidik hamba serta siapa saja yang pernah hamba zalimi dan yang pernah berjasa kepada hamba.

Jadikanlah skripsi ini ya... Allah ya... Rahman ya... Rahim, sebagaimana yang engkau redhai, agar benar-benar bermamfaat bagi yang membacanya. Mudah-mudahan hamba tergolong kepada hamba-hambaMu yang engkau redhai.

Wabillahi taufik wal hidayah,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 10 Maret 2010

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
BAB I: PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Penelitian	7
1.6 Metode Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II: KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Sistem persamaan nonlinier	9
2.2 Metode Numerik	11
2.3 Kesalahan (error)	12
2.4 Metode Jacobian	15
2.5 Ijtihad dalam Islam	25
2.5.1 Pengertian Ijtihad	25

2.5.2 Hukum Ijtihad	26
2.5.3 Syarat-syarat berijtihad	26
2.5.4 Obyek Ijtihad.....	27
2.5.5 Diperbolehnya Ijtihad bagi Nabi SAW	28
2.5.6 Diperbolehkannya Ijtihad bagi selain Rasulullah pada masa beliau.....	28

BAB III: PEMBAHASAN

3.1 Sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan	31
3.2 Ijtihad dan metode Jacobian	37

BAB IV: PENUTUP

4.1 Kesimpulan	39
4.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

2.1 Hasil hitungan konvergensi nilai solusi dengan konvergensi nilai fungsi	22
2.2 Hasil hitungan konvergensi nilai solusi dengan galat	23
3.1 Nilai solusi dan konvergensi nilai fungsi, sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan.....	33
3.2 Nilai solusi dan nilai galat, sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan	33
3.3 Hasil akar $x_1 = x^2$, $x_2 = y$ dan $x_3 = z^2$	37



DAFTAR GAMBAR

2.1	Konvergensi nilai solusi.....	23
2.2	Konvergensi nilai fungsi	24
2.3	Konvergensi nilai Galat.....	25
3.1	Konvergensi nilai solusi sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan	34
3.2	Konvergensi nilai fungsi sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan	35
3.3	Nilai galat dari sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan	35
3.4	sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan.....	36

ABSTRAK

Ilmiadi. 2010. *Solusi Sistem Persamaan Nonlinier dengan Metode Jacobian*. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si
(II) Ach. Nasichuddin, M.A.

Penelitian ini telah dibuktikan, bahwa metode Jacobian bisa digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan.

Adapun tahapan dalam menyelesaikan bentuk sistem persamaan nonlinier di atas yaitu, menentukan persamaan iterasi untuk masing-masing variabel, menentukan nilai awal untuk masing-masing variabel, menentukan nilai fungsi pada masing-masing persamaan dengan nilai-nilai variabel pada nilai awal, menentukan nilai iterasi pada masing-masing persamaan untuk iterasi kedua dengan nilai-nilai variabel pada hasil iterasi pertama, perhitungan nilai-nilai fungsi tersebut digunakan sampai diperoleh konvergensi nilai fungsi pada setiap persamaan dan menghitung nilai galat untuk masing-masing persamaan.

Konvergensi nilai fungsi dan konvergensi nilai galat yang diperoleh berbentuk gelombang dan eksponensial yang variansinya semakin kecil, sehingga semakin mendatar.

Kata Kunci: Analisis Numerik, Sistem Persamaan Nonlinier, Metode Jacobian.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika sebagai ilmu pengetahuan dasar, memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan di dunia. Apalagi dalam kehidupan sehari-hari, sering kali kita dihadapkan pada suatu keadaan dimana kita harus menghitung atau mencacah sesuatu, mulai dari hal-hal yang sederhana seperti menghitung berapa banyak buku tulis yang harus dibeli pada awal semester hingga hal-hal rumit, seperti bagaimana mengalokasikan waktu-waktu seefisien mungkin menjelang ujian. Perhitungan semacam itu sering kali mutlak diperlukan sebelum kita melakukannya. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan usaha yang kita lakukan. Kemutlakan sesuatu itu benar atau tidak benar bukan berada pada manusia ataupun pada lembaga atau organisasi. Tuhan yang Maha Kuasa yang mempunyai hak mutlak atas segalanya. (Habib Ajie : 2008) Sebagaimana Firman Allah SWT:

الْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ فَلَا تَكُونَ مِنَ الْمُمْتَرِينَ ۗ

Artinya: Kebenaran itu adalah dari Tuhanmu, sebab itu jangan sekali-kali kamu termasuk orang-orang yang ragu (QS. Al-Baqarah : 147)

dan dalam Surat An-Nisa ayat 174, Allah berfirman:

يَأْتِيهَا النَّاسُ قَدْ جَاءَكُمْ بُرْهَانٌ مِّن رَّبِّكُمْ وَأَنْزَلْنَا إِلَيْكُمْ نُورًا مُّبِينًا

Artinya: Hai manusia, Sesungguhnya telah datang kepadamu bukti kebenaran dari Tuhanmu. (Muhammad dengan mukjizatnya) dan telah kami turunkan kepadamu cahaya yang terang benderang (Al Quran). (QS. An-Nisa:174)

Banyak orang memahami bahwa seseorang tidak akan pernah sampai kepada puncak kewalian kecuali ia terbebas (maksud) dari segala kesalahan, hal ini sangat menjauhi kebenaran yang terdapat dalam Islam. Sesungguhnya para ulama telah sepakat tiada yang maksud dari umat manusia kecuali para nabi dan rasul dalam hal menyampaikan wahyu yang mereka terima. *Nabi kita shalallahu 'alaihi wa sallam bersabda "Setiap anak adam adalah pasti bersalah, dan sebaik-baik orang yang bersalah adalah yang mau bertaubat". (HR. At Tirmizy no:2499).*

Bambang Triatmodjo (1996:1) mendefinisikan metode numerik adalah teknik untuk menyelesaikan permasalahan yang diformulasikan secara matematis dengan cara operasi hitungan (arithmetic). Dalam metode numerik ini dilakukan operasi hitungan dan jumlah yang sangat banyak dan berulang-ulang, serta metode numerik mampu menyelesaikan suatu sistem persamaan yang besar, nonlinier dan sangat kompleks yang tidak mungkin diselesaikan secara analitis. Ilmu metode numerik adalah milik semua ahli dari berbagai bidang, seperti sipil, mesin, elektro, kimia, aeronotika, kedokteran, ekonomi, sosial dan bidang ilmu lainnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode numerik merupakan ilmu pengetahuan yang digunakan untuk membantu mempermudah kehidupan manusia sehari hari.

Sebagaimana firman Allah SWT:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿١﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٢﴾

Artinya: “Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
 “Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Asy-Syarah: 5-6)

Kemudahan yang diperoleh seseorang, tidak terlepas dari adanya suatu usaha, perantara, dan doa. Perantara disini dapat berupa sesuatu yang berwujud (benda) maupun sesuatu yang tidak berwujud (ilmu pengetahuan). kendatipun demikian kesulitan yang disebutkan di dalam surat Asy-syarah di atas bukan kesulitan di bidang finansial pada umumnya, tapi keluasan makna dari ayat tersebut sebenarnya mencakup segala kesulitan, dan tidak hanya ditujukan kepada Nabi Muhammad SAW dan umat di zamannya. Aturan ini bersifat umum dan berlaku bagi semua generasi manusia. Jadi, sebesar apapun permasalahan yang dihadapi di jalan Allah, maka Allah senantiasa memberi solusi atau jalan keluar. Ketika berbicara tentang solusi, maka tidak lepas dari usaha dan perubahan yang diinginkan oleh seseorang, untuk menjadi lebih baik. (Allamah, 2006:41)

Sebagaimana firman Allah SWT:

..... إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ..... ﴿١١﴾

Artinya:”Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”..... (QS. Ar-Ra’d:11).

Tafsir dari ayat di atas yaitu, Allah SWT tidak mengubah keadaan mereka selama mereka tidak mengubah sebab-sebab kemunduran mereka. Jadi, perubahan dari yang buruk menjadi yang lebih baik merupakan ijihad yang dilakukan sesuatu kaum untuk mendapatkan perubahan yang sebenarnya.

Apabila Allah SWT menghendaki bala atau bencana atas suatu kaum maka tidak ada yang bisa mencegahnya, mereka tidak mempunyai penolong yang bisa membantu menangani persoalan mereka untuk mendapatkan apa yang mereka suka dan menghalangi apa yang mereka benci, Allah SWT yang semata-mata yang mengendalikan segala urusan hamba-hambanya. (Aidh Al-Aqrni, 2008)

Persamaan adalah suatu pernyataan matematis, seperti (a) $2x - 6 = 4 - 3x$, (b) $y^2 + 3y = 4$, (c) $2x + 3y = 4xy + 1$, dan (d) $x - x^{-x} = 0$. Suatu persamaan disebut persamaan linier dalam suatu variabel jika pangkat tertinggi dari variabel dalam persamaan tersebut adalah 1. Suatu persamaan disebut persamaan kuadrat dalam variabel jika pangkat tertinggi dari variabel tersebut adalah 2. Persamaan (a) adalah persamaan linier dalam satu variabel, persamaan (b) adalah persamaan kuadrat dalam satu variabel, persamaan (c) adalah persamaan linier dalam masing-masing dari kedua variabel tersebut tetapi berderajat 2 dalam dua variabel tersebut, sedangkan persamaan (d) adalah persamaan nonlinier yang variabelnya sama dengan nol. (Frank Ayres:2004:17)

Penyelesaian persamaan linier $mx + c = 0$ dimana m dan c adalah konstanta, dapat dihitung dengan :

$$x = -\frac{c}{m}.$$

Penyelesaian persamaan kuadrat $ax^2 + bx + c = 0$ dapat dihitung dengan menggunakan rumus ABC

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Beberapa persamaan polinomial yang sederhana dapat diselesaikan teorema sisa, sehingga tidak memerlukan metode numerik dalam menyelesaikannya, karena metode analitik dapat dilakukan. Tetapi bagaimana menyelesaikan persamaan

$$x - x^{-x} = 0.$$

Persamaan nonlinier diatas tampaknya sederhana, tetapi untuk menyelesaikan persamaan nonlinier secara numerik merupakan metode pencarian akar secara berulang-ulang.

Dalam hal-hal tertentu, metode iteratif terkadang lebih baik dibanding dengan metode langsung atau eksak, diantara metode iteratif, yaitu metode Jacobian dan Gauss – Seidel. Metode iterasi Jacobian merupakan salah satu metode tak langsung atau eksak, yaitu untuk menyelesaikan sistem persamaan nonlinier. Pada penelitian ini penulis tertarik untuk mengangkat

sebuah judul “*Solusi Sistem Persamaan Non Linier dengan Metode Jacobian*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana menyelesaikan sistem persamaan nonlinier dengan metode Jacobian?
2. Bagaimana eror dan konvergensi metode Jacobian?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan skripsi ini adalah

1. Mengetahui penyelesaian sistem persamaan nonlinier dengan metode Jacobian.
2. Mengetahui eror dan konvergensi metode Jacobian.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulis memilih judul ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, sebagai partisipasi penulis dalam memberikan kontribusi terhadap pengembangan keilmuan, khususnya dalam bidang matematika.
2. Bagi pembaca, khususnya bagi jurusan matematika dapat memberikan masukan dalam memahami teori matematikanya.

1.5 Batasan Masalah

Untuk lebih jelas dan terarah pada sasaran yang diharapkan dalam pembahasan skripsi ini, maka diperlukan adanya pembatasan masalah yang akan dibahas yaitu: Sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan.

kondisi berhenti (konvergen) apabila:

$$|x_{r+1} - x_r| < \varepsilon \quad \text{dan} \quad |y_{r+1} - y_r| < \varepsilon$$

dimana $\varepsilon = 0.000001$.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian kepustakaan (*library reseach*) yaitu melakukan penelitian untuk memperoleh data-data dan informasi menggunakan teknik dokumenter, artinya data-data sumber penelitian dikumpulkan dari dokumen-dokumen, baik yang berupa buku, artikel, jurnal, majalah, maupun karya ilmiah lainnya yang berkaitan dengan topik atau permasalahan yang diteliti.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mencari, mempelajari dan menelaah sumber-sumber informasi yang berhubungan dengan topik yang diteliti.
2. Memberikan deskripsi dan analisis tentang solusi sistem persamaan nonlinier dengan metode Jacobian.

3. Mengaplikasikan metode Jacobian dengan kasus.
4. Melakukan komputasi numerik solusi iteratif dengan metode Jacobian.
5. Memberikan kesimpulan akhir dari hasil pembahasan.
6. Menyusun lampiran.

1.7 . Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah pembaca memahami tulisan ini, penulis membagi tulisan ini kedalam empat bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II : KAJIAN TEORI

Dalam bab ini berisi konsep-konsep atau dasar-dasar teori yang mendukung bagian pembahasan dan digunakan sebagai acuan dalam penulisan skripsi ini, yaitu permasalahan sistem persamaan nonlinier, metode Jacobian dan kajian keagamaan.

BAB III : PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil penelitian dan pembahasan tentang solusi sistem persamaan nonlinier dengan metode Jacobian

BAB IV : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Persamaan Nonlinier

Sistem persamaan nonlinier adalah kumpulan dari dua atau lebih persamaan-persamaan nonlinier.

$$f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

$$f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

Penyelesaian sistem ini terdiri dari himpunan nilai-nilai x yang secara simultan memberikan semua persamaan tersebut nilai yang sama dengan nol.

Bentuk rumus linier adalah,

$$f(x) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n - a_0 = 0, \quad \forall a_i \in R.$$

Persamaan-persamaan aljabar dan transenden yang tidak cocok dengan bentuk persamaan di atas, maka disebut persamaan nonlinier.

Contoh:

$$x^2 + xy = 10 \quad \text{dan} \quad y + 3xy^2 = 57$$

Contoh di atas adalah dua persamaan yang nonlinier simultan dengan dua bilangan yang tak diketahui x dan y . Persamaan-persamaan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk dibawah ini:

$$u(x, y) = x^2 + xy - 10 = 0$$

$$v(x, y) = y + 3xy^2 - 57 = 0$$

jadi, penyelesaiannya akan berupa nilai-nilai x dan y yang membuat fungsi $u(x, y)$ dan $v(x, y)$ sama dengan nol. (Chapra dan Canale, 2002:153)

Salah satu masalah yang paling sering terjadi pada bidang ilmiah adalah masalah untuk menemukan akar-akar persamaan berbentuk

$$f(x) = 0,$$

yakni: akar-akar dari fungsi $f(x)$. Fungsi $f(x)$ ini dapat diberikan secara eksplisit, misalnya suatu polinom dalam x atau sebagai suatu fungsi yang sangat sukar. Akan tetapi, seringkali $f(x)$ itu hanya diketahui secara implisit; yakni: dapat diketahui, tetapi bentuk eksplisitnya tidak dikenal. Demikianlah misalnya $f(x)$ dapat merupakan nilai dari suatu pemecahan persamaan diferensial pada suatu titik tertentu, sedangkan x -nya merupakan keadaan awal dari persamaan diferensial tersebut. Banyak contoh yang kita dapati dalam bentuk suatu polinom yang dapat kita faktorkan. Akan tetapi secara umum, yang dapat kita harapkan hanya memperoleh penyelesaian yang mendekati harga yang sebenarnya saja, dengan mengandalkan suatu teknik

hitungan yang menghasilkan pendekatan itu. Tergantung dari hubungan konteksnya, maka “penyelesaian pendekatan” itu dapat berarti suatu titik x . Suatu penyelesaian pendekatan (*approximate solution*) yang diperoleh pada suatu komputer akan selalu terhinggapi oleh suatu kesalahan yang disebabkan karena pembulatan (*round off error*) atau ketaksetabilan (*instability*) atau aritmatika khusus yang dipergunakan. Memang benar bahwa ada banyak kemungkinan “penyelesaian pendekatan” yang sama baiknya meskipun penyelesaian yang dibutuhkan itu bersifat unik (*unique solution*). (Samuel D. Conte dan Carl de Boor:1993:62)

2.2 Metode Numerik

Metode numerik adalah teknik untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang di formulasikan secara matematis dengan cara operasi hitungan. (Triatmodjo, 1996:1)

Sasaran akhir dari analisis numerik yang dilakukan dalam metode numerik adalah diperolehnya metode yang terbaik untuk memperoleh jawaban yang berguna dari persoalan matematika dan untuk menarik informasi yang berguna dari berbagai jawaban yang dapat diperoleh, yang tidak dinyatakan dalam bentuk jabar atau trasenden, persamaan diferensial biasa atau parsial, persamaan integral, atau kumpulan dari persamaan tersebut.

Pada umumnya metode numerik tidak mengutamakan diperolehnya jawaban yang eksak (tepat), tetapi mengusahakan perumusan metode yang

menghasilkan jawaban pendekatan yang berbeda dari jawaban eksak sebesar suatu nilai yang dapat diterima berdasarkan pertimbangan praktis, tetapi cukup dapat memberikan penghayatan pada persoalan yang dihadapi. Sehingga hasil dari penyelesaian numerik merupakan nilai perkiraan atau pendekatan dari penyelesaian analitik atau eksak. (Djojodihardjo, 2000:2)

2.3 Kesalahan (error)

Pada umumnya metode numerik tidak mengutamakan diperolehnya jawaban eksak (tepat) dari persoalan yang sedang diselesaikan. Penyelesaian yang digunakan adalah penyelesaian pendekatan, oleh karena itu biasanya timbul error (kesalahan). Pada penyelesaian ini diusahakan untuk mendapatkan error yang sekecil mungkin, yang dapat diterima berdasarkan pertimbangan praktis.

Error yang kecil ditunjukkan dengan adanya konvergenitas. Pada proses iterasi konvergenitas terjadi jika error pada iterasi pertama lebih besar dari error iterasi kedua, error iterasi kedua lebih besar dari error iterasi ketiga, dan error iterasi ke- n lebih besar dari error iterasi ke $n + 1$. Secara matematis ditulis:

$$\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3 \dots \dots > \varepsilon_n > \varepsilon_{n+1}$$

konvergenitas tersebut merupakan syarat penyelesaian pada perhitungan numerik dengan proses iterasi. (Abdul Munif dan Aries Prastyoko Hidayatullah, 1995:4)

Approximation value (nilai aproksimasi) berasal dari perhitungan atau pengukuran. *True value* (nilai sebenarnya) merupakan penjumlahan dari approximation dan error. Berikut rumus-rumus yang biasa digunakan dalam metode numerik.

$$\text{Error } (E_t) = \text{true value} - \text{approximation}$$

$$\text{Absolute error} = |\text{true value} - \text{approximation}|$$

$$\text{Relative error } (\varepsilon_t) = (\text{absolute error} / |\text{true value} - \text{approximation}|) \times 100\%$$

Contoh:

Misalkan anda mengukur panjang = 999 cm. jika panjang tali sebenarnya adalah 1000 cm. Maka galat = $1000 - 999 = 1$ cm. Galat absolute = $|1000 - 999| = 1$ cm. dan galat relative = $(1/1000) \times 100\% = 0.1\%$. (Parwadi Moengin, 2008:12)

Penyelesaian secara numerik dari suatu persamaan matematik hanya memberikan nilai perkiraan yang mendekati nilai eksak (yang benar) dari penyelesaian analitis. Ada tiga macam kesalahan yaitu kesalahan bawaan, kesalahan pembulatan dan kesalahan pemotongan.

Kesalahan bawaan adalah kesalahan dari nilai data. Kesalahan tersebut bisa terjadi karena kekeliruan dalam menyalin data, salah membaca skala atau kesalahan karena kurangnya pengertian mengenai hukum-hukum fisik dari data yang diukur.

Kesalahan pembulatan terjadi karena diperhitungkannya beberapa angka terakhir dari suatu bilangan. Kesalahan ini terjadi apabila bilangan perkiraan digunakan untuk menggantikan bilangan eksak. Suatu bilangan dibulatkan pada posisi ke n dengan membuat semua angka di sebelah kanan dari posisi tersebut nol. Sedangkan angka posisi ke n tersebut tidak berubah atau dinaikkan satu digit yang tergantung apakah nilai tersebut lebih kecil atau lebih besar dari setengah dari angka posisi ke n .

Contoh:

8632574 dapat dibulatkan menjadi 8633000

3,1415926 dapat dibulatkan menjadi 3,14

Kesalahan pemotongan terjadi karena tidak dilakukannya hitungan sesuai dengan prosedur matematik yang benar. (Triatmodjo, 1996:2).

Kesalahan pemotongan adalah galat yang diperoleh dari aproksimasi prosedur (rumus) matematika secara eksak.

2.4 Metode Jacobian

Metode iterasi Jacobian adalah metode penyelesaian persamaan serentak melalui proses iterasi dengan menggunakan persamaan

$$x_i^{(n+1)} = \frac{b_i}{a_{ii}} - \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{a_{ij}}{a_{ii}} x_j^{(n)}$$

(Abdul Munif dan Aries Prastyoko Hidayatullah, 1995:4)

Jika ditinjau sistem persamaan sebagai berikut:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n$$

dengan syarat $a_{ii} \neq 0$, $i = 1, 2, \dots, n$. maka sistem persamaan iterasinya dapat ditulis sebagai berikut:

$$x_1^{(k+1)} = \frac{b_1 - a_{12}x_2^{(k)} - \dots - a_{1n}x_n^{(k)}}{a_{11}}$$

$$x_2^{(k+1)} = \frac{b_2 - a_{21}x_1^{(k)} - a_{23}x_3^{(k)} - \dots - a_{2n}x_n^{(k)}}{a_{22}}$$

\vdots

$$x_n^{(k+1)} = \frac{b_n - a_{n1}x_1^{(k)} - a_{n2}x_2^{(k)} - \dots - a_{nn}x_{n-1}^{(k)}}{a_{nn}}$$

dengan $k = 0, 1, 2, \dots$

Iterasi dimulai dengan memberikan tebakan awal untuk x ,

$$x^{(0)} = \begin{bmatrix} x_1^{(0)} \\ x_2^{(0)} \\ \vdots \\ x_n^{(0)} \end{bmatrix}$$

Sebagai kondisi berhenti iterasinya, dapat digunakan pendekatan galat relatif

$$\left| \frac{x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}}{x_i^{(k+1)}} \right| < \varepsilon \quad \text{untuk semua } i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Syarat cukup agar iterasinya konvergen adalah sistem dominan secara diagonal:

$$|a_{ii}| > \sum_{j=0, j \neq i}^n |a_{ij}| \quad , i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Syarat cukup ini berarti bahwa agar iterasinya konvergen, cukup dipenuhi syarat itu. Jika syarat tersebut dipenuhi, kekonvergenan dijamin. Kekonvergenan juga ditentukan oleh pemilihan tebakan awal. Tebakan awal yang terlalu jauh dari solusi sejatinya dapat menyebabkan iterasi divergen.

Misalkan persamaan diatas, diberikan tebakan awal $x^{(0)}$:

$$x^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})^T.$$

Prosedur iterasi untuk iterasi pertama, kedua, dan seterusnya adalah sebagai berikut:

Iterasi pertama:

$$x_1^{(1)} = \frac{b_1 - a_{12}x_2^{(0)} - a_{13}x_3^{(0)} - \dots - a_{1n}x_n^{(0)}}{a_{11}}$$

$$x_2^{(1)} = \frac{b_2 - a_{21}x_1^{(0)} - a_{23}x_3^{(0)} - \dots - a_{2n}x_n^{(0)}}{a_{22}}$$

⋮

$$x_n^{(1)} = \frac{b_n - a_{n1}x_1^{(0)} - a_{n2}x_2^{(0)} - \dots - a_{nn-1}x_{n-1}^{(0)}}{a_{nn}}$$

Iterasi kedua:

$$x_1^{(2)} = \frac{b_1 - a_{12}x_2^{(1)} - a_{13}x_3^{(1)} - \dots - a_{1n}x_n^{(1)}}{a_{11}}$$

$$x_2^{(2)} = \frac{b_2 - a_{21}x_1^{(1)} - a_{23}x_3^{(1)} - \dots - a_{2n}x_n^{(1)}}{a_{22}}$$

⋮

$$x_n^{(2)} = \frac{b_n - a_{n1}x_1^{(1)} - a_{n2}x_2^{(1)} - \dots - a_{nn-1}x_{n-1}^{(1)}}{a_{nn}}$$

Rumus umum :

$$x_i^{(k+1)} = \frac{b_i - \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij}x_j^{(k)}}{a_{ii}}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

(Rinaldi Munir, 2008:175)

Jika dipandang 3 persamaan dengan 3 bilangan tak diketahui :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$$

Persamaan pertama dari sistem di atas dapat digunakan untuk menghitung x_1 sebagai fungsi dari x_2 dan x_3 . Demikian juga persamaan kedua dan ketiga untuk menghitung x_2 dan x_3 , sehingga didapat:

$$x_1 = \frac{(b_1 - a_{12}x_2 - a_{13}x_3)}{x_{11}}$$

$$x_2 = \frac{(b_2 - a_{21}x_1 - a_{23}x_3)}{x_{22}}$$

$$x_3 = \frac{(b_3 - a_{31}x_1 - a_{32}x_2)}{x_{33}}$$

Hitungan dimulai dengan nilai perkiraan awal sebarang untuk variabel yang dicari (biasanya semua variabel diambil sama dengan nol). Nilai perkiraan awal tersebut disubsitusikan ke dalam ruas kanan. selanjutnya nilai variabel yang didapat tersebut disubsitusikan ke ruas kanan lagi untuk mendapatkan nilai perkiraan kedua. Prosedur tersebut diulangi lagi sampai nilai setiap variabel pada iterasi ke n mendekati nilai pada iterasi ke $n - 1$.

$$x_1^{(1)} = \frac{(b_1 - a_{12}x_2^{(0)} - a_{13}x_3^{(0)})}{x_{11}}$$

$$x_2^{(1)} = \frac{(b_2 - a_{21}x_1^{(0)} - a_{23}x_3^{(0)})}{x_{22}}$$

$$x_3^{(1)} = \frac{(b_3 - a_{31}x_1^{(0)} - a_{32}x_2^{(0)})}{x_{33}}$$

iterasi hitungan berakhir setelah:

$$x_n^{(n-1)} \approx x_1^{(n)}, x_2^{(n-1)} \approx x_2^{(n)}, \text{ dan } x_3^{(n-1)} \approx x_3^{(n)}.$$

(Triatmodjo, 1996:56)

Contoh:

Selesaikan sistem persamaan berikut dengan metode iterasi Jacobian.

$$\begin{aligned}3x + y - z &= 5 \\4x + 7y - 3z &= 20 \\2x - 2y + 5z &= 10\end{aligned}\tag{1}$$

Penyelesaian:

Sistem persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk

$$\begin{aligned}x &= \frac{5 - y + z}{3} \\y &= \frac{20 - 4x + 3z}{7} \\z &= \frac{10 - 2x + 2y}{5}\end{aligned}\tag{2}$$

Langkah pertama dicoba nilai $x = y = z = 0$ sebagai nilai-nilai awal dan dihitung nilai $x^{(1)}$, $y^{(1)}$, dan $z^{(1)}$.

$$x^{(1)} = \frac{5 - 0 + 0}{3} = 1.66667$$

$$y^{(1)} = \frac{20 - 0 + 0}{7} = 2.85714$$

$$z^{(1)} = \frac{10 - 0 + 0}{5} = 2$$

Nilai-nilai iterasi pertama, $x^{(1)}$, $y^{(1)}$, dan $z^{(1)}$ yang diperoleh tidak sama dengan nilai-nilai awal. Iterasi dilanjutkan dengan memasukkan nilai

$x^{(1)}$, $y^{(1)}$, dan $z^{(1)}$ ke dalam sistem persamaan (2) untuk menghitung nilai-nilai iterasi $x^{(2)}$, $y^{(2)}$, dan $z^{(2)}$, sebagai kesalahan yang terjadi.

Iterasi kedua:

$$x^{(2)} = \frac{5 - 2.857714 + 2}{3} = 1.38095$$

$$\varepsilon_x = \frac{1.38095 - 1.66667}{1.38095} 100\% = 20.69 \%$$

$$y^{(2)} = \frac{20 - 4(1.66667) + 3(2)}{7} = 2.76190$$

$$\varepsilon_y = \frac{2.76190 - 2.85714}{2.76190} 100\% = 3.45 \%$$

$$z^{(2)} = \frac{10 - 2(1.66667) + 2(2.85714)}{5} = 2.47619$$

$$\varepsilon_z = \frac{2.47619 - 2}{2.47619} 100\% = 19.23 \%$$

Iterasi ketiga:

$$x^{(3)} = \frac{5 - 2.76190 + 2.47619}{3} = 1.57143$$

$$\varepsilon_x = \frac{1.57143 - 1.38095}{1.57143} 100\% = 12.12 \%$$

$$y^{(3)} = \frac{20 - 4(1.38095) + 3(2.47619)}{7} = 3.12925$$

$$\varepsilon_y = \frac{3.12925 - 2.76190}{3.12925} 100\% = 11.74 \%$$

$$z^{(3)} = \frac{10 - 2(1.38095) + 2(2.76190)}{5} = 2.55238$$

$$\varepsilon_z = \frac{2.55238 - 2.47619}{2.55238} 100\% = 2.99 \%$$

Iterasi keempat:

$$x^{(4)} = \frac{5 - 3.12925 + 2.55238}{3} = 1.47438$$

$$\varepsilon_x = \frac{1.47438 - 1.57143}{1.47438} 100\% = 6.58 \%$$

$$y^{(4)} = \frac{20 - 4(1.57143) + 3(2.55238)}{7} = 3.05306$$

$$\varepsilon_y = \frac{3.05306 - 3.12925}{3.05306} 100\% = 2.50\%$$

$$y^{(4)} = \frac{10 - 2(1.57143) + 2(3.12925)}{5} = 2.62313$$

$$\varepsilon_z = \frac{2.62313 - 2.55238}{2.62313} 100\% = 2.70\%$$

Iterasi kelima:

$$x^{(5)} = \frac{5 - 3.05306 + 2.62313}{3} = 1.52336$$

$$\varepsilon_x = \frac{1.52336 - 1.47438}{1.52336} 100\% = 3.22\%$$

$$y^{(5)} = \frac{20 - 4(1.47438) + 3(2.62313)}{7} = 3.13884$$

$$\varepsilon_y = \frac{3.13884 - 3.05306}{3.13884} 100\% = 2.73\%$$

$$z^{(5)} = \frac{10 - 2(1.47438) + 2(3.05306)}{5} = 2.63147$$

$$\varepsilon_z = \frac{2.63147 - 2.62313}{2.63147} 100\% = 0.32\%$$

Iterasi keenam

$$x^{(6)} = \frac{5 - 3.13884 + 2.63147}{3} = 1.49754$$

$$\varepsilon_x = \frac{1.49754 - 1.52336}{1.49754} 100\% = 1.72\%$$

$$y^{(6)} = \frac{20 - 4(1.52336) + 3(3.13884)}{7} = 3.11443$$

$$\varepsilon_y = \frac{3.11443 - 3.13884}{3.11443} 100\% = 0.78\%$$

$$z^{(6)} = \frac{10 - 2(1.52336) + 2(3.13884)}{5} = 2.64619$$

$$\varepsilon_z = \frac{2.64619 - 2.63147}{2.64619} 100\% = 0.56\%$$

Iterasi ketujuh:

$$x^{(7)} = \frac{5 - 3.11443 + 2.64619}{3} = 1.51059$$

$$\varepsilon_x = \frac{1.51059 - 1.49754}{1.51059} 100\% = 0.86\%$$

$$y^{(7)} = \frac{20 - 4(1.49754) + 3(2.64619)}{7} = 3.13549$$

$$\varepsilon_y = \frac{3.13549 - 3.11443}{3.13549} 100\% = 0.67\%$$

$$z^{(7)} = \frac{10 - 2(1.49754) + 2(3.11443)}{5} = 2.64657$$

$$\varepsilon_z = \frac{2.64675 - 2.64619}{2.64675} 100\% = 0.02\%$$

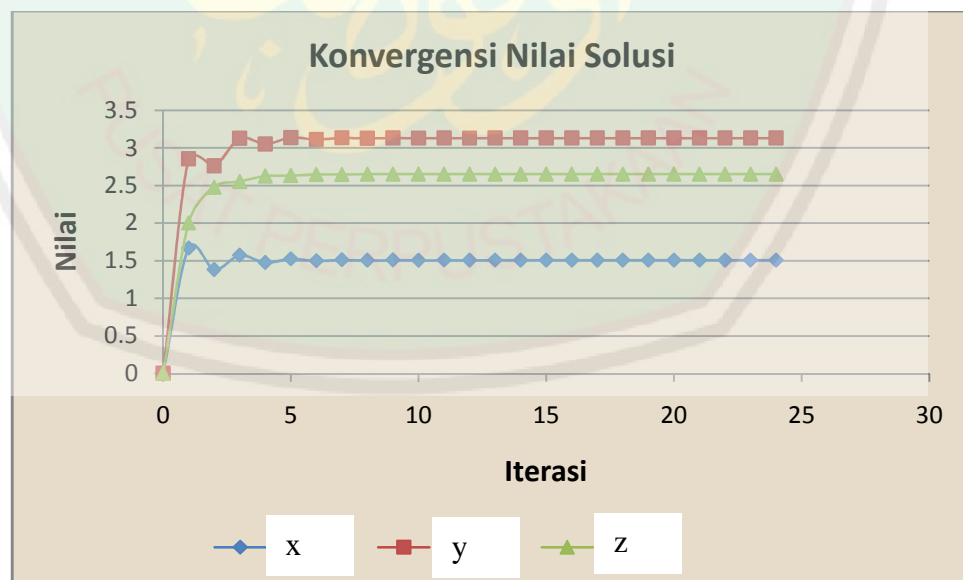
Hitungan dilanjutkan dengan prosedur di atas, dan hasilnya diberikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Hasil hitungan konvergensi nilai solusi dengan konvergensi nilai fungsi

iterasi	X	y	Z	konvergensi		
0	0	0	0	0	0	0
1	1,666667	2,857143	2	5,857143	20,66667	7,619048
2	1,380952	2,761905	2,47619	4,428571	17,42857	9,619048
3	1,571429	3,129252	2,552381	5,291156	20,53333	9,646259
4	1,474376	3,053061	2,623129	4,853061	19,39955	9,958277
5	1,523356	3,13884	2,631474	5,077434	20,17088	9,926401
6	1,497545	3,114428	2,646194	4,960868	19,85259	9,997201
7	1,510588	3,135486	2,646753	5,020498	20,0505	9,983972
8	1,503756	3,128272	2,649959	4,989581	19,96305	10,00076
9	1,507229	3,133551	2,649807	5,005431	20,01435	9,99639
10	1,505419	3,131501	2,650529	4,997228	19,99059	10,00048
11	1,506343	3,132844	2,650433	5,00144	20,00398	9,99916
12	1,505863	3,132275	2,650601	4,999263	19,99758	10,00018
13	1,506108	3,132622	2,650565	5,000382	20,00109	9,999799
14	1,505981	3,132466	2,650605	4,999804	19,99937	10,00006
15	1,506046	3,132556	2,650594	5,000101	20,0003	9,999951
16	1,506013	3,132514	2,650604	4,999948	19,99984	10,00002
17	1,50603	3,132537	2,6506	5,000027	20,00008	9,999988
18	1,506021	3,132526	2,650603	4,999986	19,99996	10
19	1,506026	3,132532	2,650602	5,000007	20,00002	9,999997
20	1,506023	3,132529	2,650603	4,999996	19,99999	10
21	1,506025	3,132531	2,650602	5,000002	20,00001	9,999999
22	1,506024	3,13253	2,650602	4,999999	20	10
23	1,506024	3,13253	2,650602	5,000001	20	10
24	1,506024	3,13253	2,650602	5	20	10

Tabel 2.2 Hasil hitungan konvergensi nilai solusi dengan nilai galat

iterasi	X	Y	Z	galat		
				X	Y	Z
0	0	0	0			
1	1,666667	2,857143	2	1	1	1
2	1,380952	2,761905	2,47619	-0,2069	-0,03448	0,192308
3	1,571429	3,129252	2,552381	0,121212	0,117391	0,029851
4	1,474376	3,053061	2,623129	-0,06583	-0,02496	0,026971
5	1,523356	3,13884	2,631474	0,032152	0,027328	0,003171
6	1,497545	3,114428	2,646194	-0,01724	-0,00784	0,005563
7	1,510588	3,135486	2,646753	0,008635	0,006716	0,000211
8	1,503756	3,128272	2,649959	-0,00454	-0,00231	0,00121
9	1,507229	3,133551	2,649807	0,002304	0,001684	-5,8E-05
10	1,505419	3,131501	2,650529	-0,0012	-0,00065	0,000272
11	1,506343	3,132844	2,650433	0,000613	0,000429	-3,6E-05
12	1,505863	3,132275	2,650601	-0,00032	-0,00018	6,34E-05
13	1,506108	3,132622	2,650565	0,000163	0,000111	-1,3E-05
14	1,505981	3,132466	2,650605	-8,5E-05	-5E-05	1,52E-05
15	1,506046	3,132556	2,650594	4,34E-05	2,87E-05	-4,3E-06
16	1,506013	3,132514	2,650604	-2,2E-05	-1,3E-05	3,72E-06
17	1,50603	3,132537	2,6506	1,15E-05	7,51E-06	-1,3E-06
18	1,506021	3,132526	2,650603	-6E-06	-3,6E-06	9,33E-07
19	1,506026	3,132532	2,650602	3,06E-06	1,97E-06	-3,6E-07
20	1,506023	3,132529	2,650603	-1,6E-06	-9,7E-07	2,37E-07
21	1,506025	3,132531	2,650602	8,13E-07	5,2E-07	-1E-07
22	1,506024	3,13253	2,650602	-4,2E-07	-2,6E-07	6,11E-08
23	1,506024	3,13253	2,650602	2,16E-07	1,37E-07	-2,7E-08
24	1,506024	3,13253	2,650602	-1,1E-07	-6,9E-08	1,59E-08

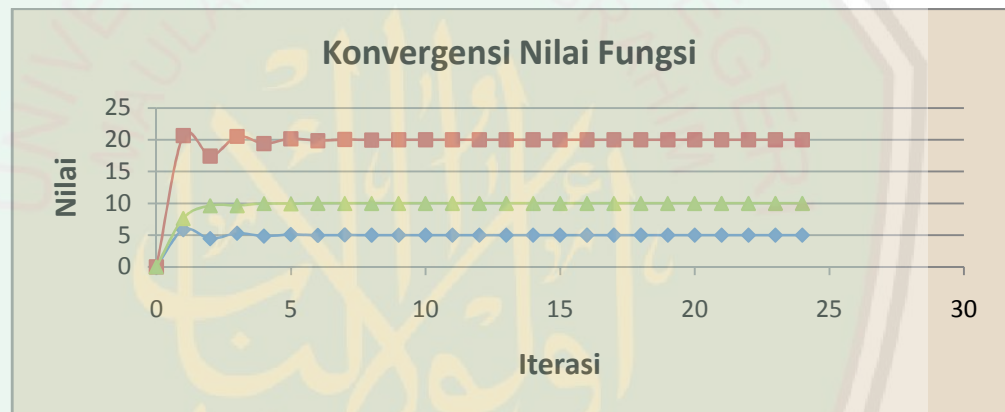


Gambar 2.1 Grafik konvergensi nilai solusi

Keterangan:

1. Pada langkah awal dicoba nilai $x = y = z = 0$, maka iterasi pertama menghasilkan nilai $x = 1,66667$, nilai $y = 2,85714$, dan nilai dari $z = 2$.

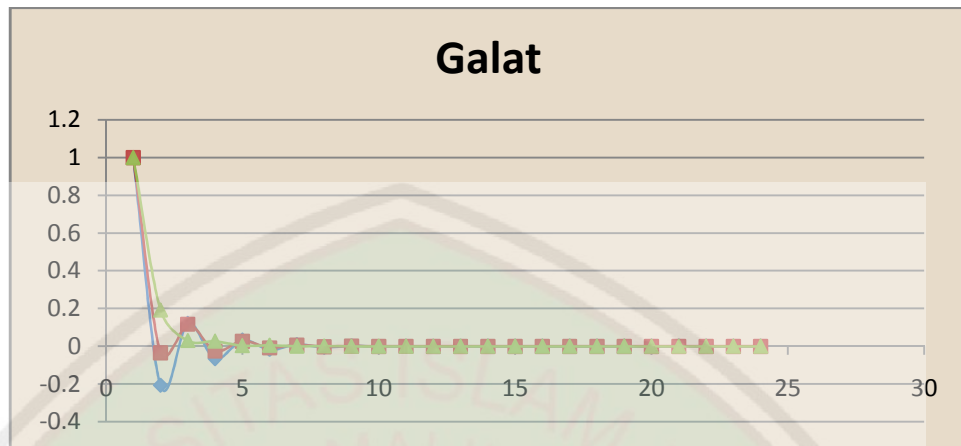
2. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai akar dari sistem persamaan akan mulai konvergen pada iterasi ke-5 sampai iterasi ke-24.
3. Iterasi akan terus dilanjutkan sampai mendekati nilai konvergensi yang diinginkan, yaitu pada iterasi ke-24, karena pada iterasi ini nilai galat relatif kurang dari 0,000001, sehingga diperoleh nilai $x = 1,506024$, nilai $y = 3,13253$, dan nilai $z = 2,650602$.



Gambar 2.2 Grafik konvergensi nilai fungsi

Keterangan:

1. Setelah didapat nilai x, y dan z , sedemikian hingga nilai fungsi masing-masing mendekati nilai konstanta, pencarian nilai x, y dan z , berhenti pada iterasi ke-24.
2. Nilai-nilai fungsi atau persamaan, masing-masing mendekati ke nilai konstanta, yaitu, persamaan ke-1 = 5, persamaan ke-2 = 20, dan persamaan ke-3 = 10.



Gambar 2.3 Grafik Nilai Galat

Keterangan:

Dari grafik menunjukkan bahwa nilai galat mulai konvergen pada iterasi ke-5, semakin banyak iterasi maka nilai galat semakin kecil, sehingga iterasi dapat dihentikan pada iterasi ke-24. Hal ini dilakukan karena nilai galat yang diperoleh kurang dari 0,000001.

2.5 Ijtihad Dalam Islam

2.5.1 Pengertian Ijtihad

Ijtihad secara etimologis berarti pencurahan tenaga dan pengerahan kemampuan dalam suatu pekerjaan. Kemudian kata ijtihad ini dalam istilah ulama yaitu: upaya keras seorang ahli fiqh untuk sampai pada hipotesa terhadap hukum syariat. Ijtihad yang sempurna adalah upaya mengerahkan segala kemampuan dalam menggali sesuatu, sehingga merasakan dirinya tidak mampu lagi lebih dari apa yang telah digali. (Abdul Majid Asy-Syarafi, 2002:1)

2.5.2 Hukum Ijtihad

Beberapa hukum yang melekat pada praktek ijtihad:

- a. *Wajib 'ain* bagi orang yang bertanggung jawab atas suatu kasus (hukum) yang terjadi dan khawatir kehilangan momentumnya, begitu juga jika suatu kasus tertentu sudah terjadi pada seseorang secara pribadi dan dia ingin mengetahui hukumnya.
- b. *Wajib kifayah*, bagi orang yang bertanggung jawab atas suatu kasus (hukum) yang tidak khawatir kehilangan momentum kasus tersebut dan bagi para mujtahid lainnya.
- c. *Nadab (sunnah)*, yaitu ijtihad yang dilakukan untuk merumuskan hukum suatu kasus yang belum terjadi, baik hukum kasus tersebut dimintai pertanggung jawabannya atau tidak.

2.5.3 Syarat-Syarat Berijtihad

Seorang mujtahid disyaratkan dua hal:

- a. Harus adil, hal ini di maksudkan agar mujtahid mempunyai validitas atas fatwanya.
- b. Menguasai sumber-sumber syara', menguasai dan mampu menghasilkan sebuah dugaan untuk perumusan sebuah hukum dengan mealakukan penyelidikan terhadapnya, mampu mendahulukan hal-hal yang wajib didahulukan dan mengakhirkan hal-hal yang wajib diakhirkan. Menguasai sumber-hukum; Al-Quran, Al-Sunnah, Ijma' dan Qiyas.

2.5.4 Obyek Ijtihad

Obyek ijtihad adalah semua hukum syar'i yang tidak memiliki dalil qath'i. maka yang termasuk yang tidak bisa di ijtihadkan adalah apa saja yang telah disepakati ummat yaitu hukum-hukum syara' yang sudah jelas seperti kewajiban shalat lima waktu, berbagai zakat dan kewajiban lainnya yang serupa. Bila suatu ijtihad dimunculkan oleh ahlinya (orang-orang yang memiliki kompetensi) dan sesuai dengan kondisinya, maka apa yang telah dihasilkan oleh ijtihad itulah yang harus di amalkan dan boleh orang lain untuk memfatwakan hasil ijtihad itu. (Syaikh M. Al-Khudari, 2007: 815)

Ijtihad tidak terbatas pada ruang lingkup masalah-masalah baru saja, tetapi ia memiliki kepentingan lain yang berkaitan dengan khazanah hukum islam, yaitu dengan mengadakan peninjauan kembali masalah-masalah yang ada didalamnya berdasarkan kondisi yang terjadi pada masa sekarang dan kebutuhan-kebutuhan manusia untuk memilih mana pendapat yang terkuat dan paling cocok, dengan meralisasikan tujuan-tujuan syariat dan kemaslahatan manusia. Suatu upaya yang berdasarkan pada kaidah bahwa, "perubahan fatwa disebabkan karena berubahnya zaman, tempat dan manusia". (Yusuf Al-Qardhawi, 1995:13).

2.5.5 Diperbolehnya Ijtihad Bagi Nabi Saw.

Ijtihad yang dilakukan Nabi terbatas pada proses qiyas. Apabila beliau menetapkan ijtihadnya, maka hal itu merupakan dalil yang sudah pasti keabsahannya, karena beliau tidak akan menetapkan kesalahan sebagaimana keterangan yang akan dijelaskan dan oleh karena itu tidak ada yang boleh berbeda dengannya sebagaimana diperbolehkan berbeda dengan para mujtahid lainnya. Ulama hanafiyah menganggap bahwa ijtihad Nabi ini merupakan salah satu bentuk wahyu dan mereka menyebutnya sebagai wahyu batin. Kebanyakan ahli ushul berpendapat bahwa Nabi SAW. diperintahkan berijtihad secara mutlak dengan tanpa terikat menunggu wahyu. (Syaikh M. Al-Khudari, 2007: 817)

2.5.6 Diperbolehkannya Ijtihad Bagi Selain Rasulullah Pada Masa Beliau

Imam Syafi'I mengatakan (2004:301) Salah satu dasar ijtihad diperbolehkan adalah firman Allah SWT:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا

كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ﴿١٥٠﴾

Artinya: Dan dari mana saja kamu (keluar), Maka Palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu (sekalian) berada, Maka Palingkanlah wajahmu ke arahnya,..... (QS. Al-Baqarah : 150).

Bagi orang yang hendak shalat dan berada jauh dari masjid Haram, ia dapat mencari arah itu melalui ijtihad berdasarkan indikasi (tanda-tanda) yang ada.

Sahabat pernah melakukan ijtihad di tengah kehadiran Nabi SAW. Ijtihad yang di maksud itu terjadi pada saat perang Hunain bahwa Abu Qatadah membunuh seorang musuh sehingga ia merasa berhak atas rampasannya, sesuai dengan sabda Rasul SAW:

Artinya: “Barangsiapa membunuh musuh, maka ia berhak atas rampasannya.”

Sebagaimana Rasulullah juga pernah berkata kepada Amr ibn Ash: “*Berilah keputusan hukum sebagian kasus-kasus itu!*” Amr ibn Ash pun menjawab: “Apakah aku boleh berijtihad sementara engkau sendiri ada? Beliau membalas: “*Ya, jika engkau tepat, maka engkau mendapat dua pahala dan bila salah, maka engkau mendapat satu pahala.*” (Syaiikh M. Al-Khudari, 2007: 820)

Salah satu contoh ijtihad diperbolehkan: Abd al-Aziz bin Muhammad al-Darawardi memberitahu kami dari Yazid bin Abdullah bin Usamah bin al-Hadi dari Muhammad bin Ibrahim al-Taymi dari Burs bin Said dari Abi Qays bin Amr bin al-Ash yang mendengar Nabi bersabda:

إِذَا اجْتَهَدَ الْحَاكِمُ فَأَصَابَ فَلَهُ أَجْرَانِ وَإِنْ أَخْطَأَ فَلَهُ أَجْرٌ

Artinya: "Apabila seorang hakim memutuskan, lalu dia berijtihad dan dia benar (dalam ijtihadnya) maka dia mendapatkan dua pahala, dan apabila dia salah (dalam ijtihadnya) maka dia mendapatkan satu pahala. "

Nabi menyebutkan bahwa hakim yang satu yang berijtihad benar mendapatkan pahala lebih banyak dari temannya yang berijtihad salah. tetapi pahala tidak diberikan untuk hal-hal yang terlarang dan tidak pula untuk kesalahan yang disengaja. (Imam syafi'I 2004:306).

BAB III

PEMBAHASAN

Dalam bab ini, akan dijabarkan prosedur metode Jacobian untuk menyelesaikan sistem persamaan nonlinier dalam aplikasinya, dengan menggunakan sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan.

3.1 Sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan

Contoh:

$$\begin{aligned}3x^2 + y - z^2 &= 5 \\4x^2 + 7y - 3z^2 &= 20 \\2x^2 - 6y + 5z^2 &= 3\end{aligned}\tag{1}$$

Sistem persamaan nonlinier di atas akan diselesaikan dengan metode Jacobian.

Misalkan: $x_1 = x^2$, $x_2 = y$, dan $x_3 = z^2$,

Langkah 1: Sistem persamaan nonlinier di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}x_1 &= \frac{5 - x_2 + x_3}{3} \\x_2 &= \frac{20 - 4x_1 + 3x_3}{7} \\x_3 &= \frac{3 - 2x_1 + 6x_2}{5}\end{aligned}\tag{2}$$

Langkah 2: Dicoba nilai $x_1 = x_2 = x_3 = 0$, sebagai nilai-nilai awal dan dihitung

nilai $x_1^{(1)}$, $x_2^{(1)}$ dan $x_3^{(1)}$.

$$x_1^{(1)} = \frac{5 - 0 + 0}{3} = 1,666666667$$

$$x_2^{(1)} = \frac{20 - 4(0) + 3(0)}{7} = 2,857142857$$

$$x_3^{(1)} = \frac{3 - 2(0) + 6(0)}{5} = 0,6$$

Langkah 3: Setelah diperoleh nilai iterasi $x_1^{(1)}$, $x_2^{(1)}$ dan $x_3^{(1)}$ iterasi dilanjutkan

dengan memasukkan nilai iterasi $x_1^{(1)}$, $x_2^{(1)}$ dan $x_3^{(1)}$ ke dalam sistem

persamaan nonlinier (2), untuk menghitung $x_1^{(2)}$, $x_2^{(2)}$ dan $x_3^{(2)}$ dan

kesalahan yang terjadi, sebagai berikut:

$$x_1^{(2)} = \frac{5 - 2,857143 + 0,6}{3} = 0,914285714$$

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{0,914285714 - 1,666666667}{0,914285714} = -0,822916667$$

$$x_2^{(2)} = \frac{20 - 4(1,666666667) + 3(0,6)}{7} = 2,161904762$$

$$\varepsilon_{x_2} = \frac{2,161904762 - 2,857142857}{2,161904762} = -0,321585903$$

$$x_3^{(2)} = \frac{3 - 2(1,666666667) + 6(2,857142857)}{5} = 3,361904762$$

$$\varepsilon_{x_3} = \frac{3,361904762 - 0,6}{3,361904762} = 0,821529745$$

Langkah 4: Hasil nilai iterasi $x_1^{(2)}$, $x_2^{(2)}$ dan $x_3^{(2)}$ dimasukkan kembali ke dalam sistem persamaan nonlinier (2), sebagai berikut:

$$x_1^{(3)} = \frac{5 - 2,161904762 + 3,361904762}{3} = 2,066666667$$

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{2,066666667 - 0,914285714}{2,066666667} = 0,557603687$$

$$x_2^{(3)} = \frac{20 - 4(0,914285714) + 3(3,361904762)}{7} = 3,775510204$$

$$\varepsilon_{x_2} = \frac{3,775510204 - 2,161904762}{3,775510204} = 0,427387387$$

$$x_3^{(3)} = \frac{3 - 2(0,914285714) + 6(2,161904762)}{5} = 2,828571429$$

$$\varepsilon_{x_3} = \frac{2,828571429 - 3,361904762}{2,828571429} = -0,188552189$$

Langkah 5: Hasil nilai iterasi $x_1^{(3)}$, $x_2^{(3)}$ dan $x_3^{(3)}$, dimasukkan ke dalam sistem persamaan nonlinier seperti halnya langkah 3 dan langkah 4, iterasi ini akan berhenti jika kekonvergensi nilai fungsi mendekati atau tepat ke semua nilai konstanta.

Langkah 6: Untuk mengetahui kekonvergensi, maka nilai iterasi $x_1^{(1)}$, $x_2^{(1)}$ dan $x_3^{(1)}$, $x_1^{(2)}$, $x_2^{(2)}$ dan $x_3^{(2)}$, $x_1^{(n)}$, $x_2^{(n)}$ dan $x_3^{(n)}$, dimasukkan ke dalam sistem persamaan nonlinier (1), dan dimasukkan nilai iterasinya sebagai berikut:

$$3(1,666666667) + 2,857142857 - 0,6 = 7,257142857.$$

$$4(1,666666667) + 7(2,857142857) - 3(0,6) = 24,866666667.$$

$$2(1,666666667) - 6(2,857142857) + 5(0,6) = -10,80952381.$$

Iterasi akan terus dilanjutkan sampai mendekati ke semua nilai konstanta, dengan nilai galat relatif kurang dari 0,000001.

Langkah 7: Hitungan selesai, dan hasilnya di tunjukkan dalam tabel berikut:

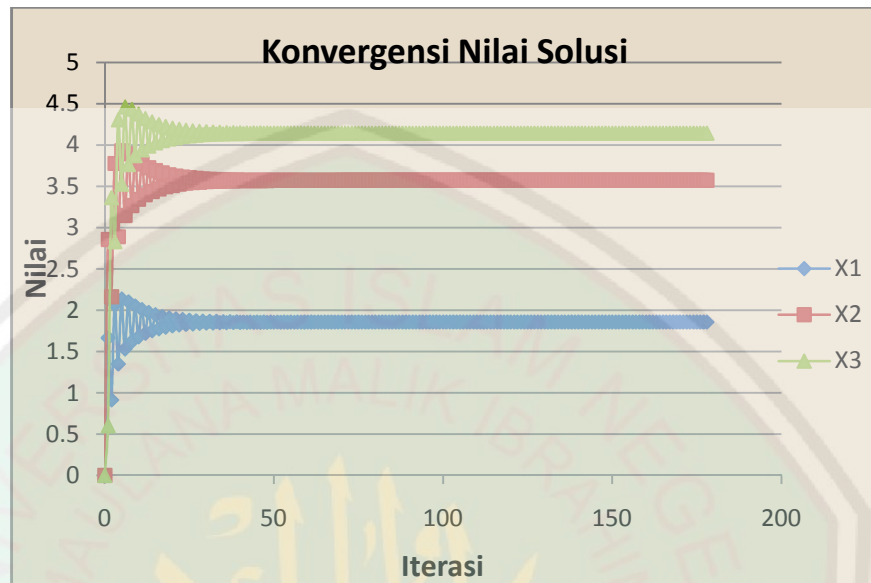
Tabel 3.1 Nilai solusi dan konvergensi nilai fungsi sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan

iterasi	X1	X2	X3	Konvergensi		
0	0	0	0	0	0	0
1	1,666666667	2,857142857	0,6	7,257142857	24,866666667	-10,80952381
2	0,914285714	2,161904762	3,361904762	1,542857143	8,704761905	5,666666667
3	2,066666667	3,775510204	2,828571429	7,146938776	26,20952381	-4,376870748
			⋮			
170	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999999	20	3,000000001
171	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5,000000001	20	2,999999999
172	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3,000000001
173	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5	20	2,999999999
174	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3,000000001
175	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5	20	2,999999999
176	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3,000000001
177	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	2,999999999
178	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3

Tabel 3.2 Nilai solusi dan nilai galat.sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan.

iterasi	X1	X2	X3	Galat X1	Galat X2	Galat X3
0	0	0	0			
1	1,666666667	2,857142857	0,6	1	1	1
2	0,914285714	2,161904762	3,361904762	-0,822916667	-0,321585903	0,821529745
3	2,066666667	3,775510204	2,828571429	0,557603687	0,427387387	-0,188552189
			⋮			
170	1,857142857	3,571428571	4,142857143	-1,24594E-10	-8,43136E-11	7,40744E-11
171	1,857142857	3,571428572	4,142857143	1,09128E-10	7,38477E-11	-6,48798E-11
172	1,857142857	3,571428571	4,142857143	-9,55822E-11	-6,46811E-11	5,68263E-11
173	1,857142857	3,571428572	4,142857143	8,37176E-11	5,66524E-11	-4,97725E-11
174	1,857142857	3,571428571	4,142857143	-7,3326E-11	-4,96202E-11	4,35945E-11
175	1,857142857	3,571428572	4,142857143	6,42242E-11	4,34611E-11	-3,81831E-11
176	1,857142857	3,571428571	4,142857143	-5,6252E-11	-3,80662E-11	3,34437E-11
177	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,92695E-11	3,3341E-11	-2,92922E-11
178	1,857142857	3,571428571	4,142857143	-4,31537E-11	-2,92024E-11	2,5656E-11

Langkah 8: Membuat grafik konvergensi nilai solusi sebagai berikut:

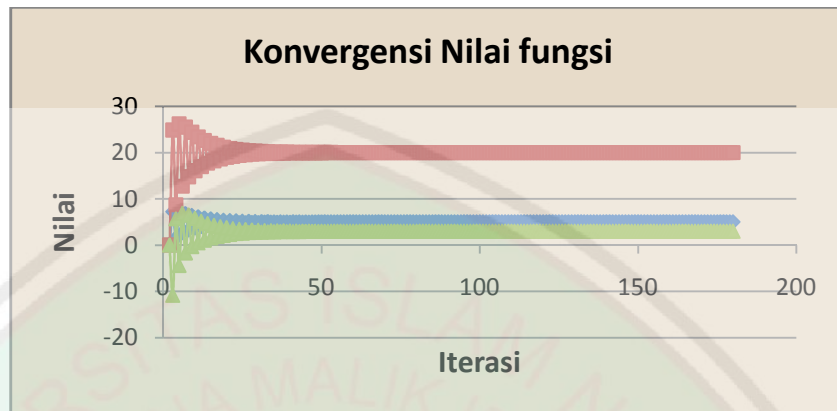


Gambar 3.1 konvergensi sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan

Keterangan:

- Pada langkah awal dicoba nilai $x_1 = x_2 = x_3 = 0$, maka iterasi pertama menghasilkan nilai $x_1 = 1,666666667$, nilai $x_2 = 2,857142857$, dan nilai dari $x_3 = 0,6$.
- Dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai akar dari sistem persamaan nonlinier akan mulai konvergen pada iterasi ke-40 sampai iterasi ke-178.
- Iterasi akan terus dilanjutkan sampai mendekati nilai konvergensi yang diinginkan, yaitu pada iterasi ke-178, karena pada iterasi ini nilai galat relatif kurang dari 0,000001, sehingga diperoleh nilai $x_1 = 1,857142857$, nilai $x_2 = 3,571428571$, dan nilai $x_3 = 4,142857143$.

Langkah 9: Membuat grafik konvergensi nilai fungsi sebagai berikut:

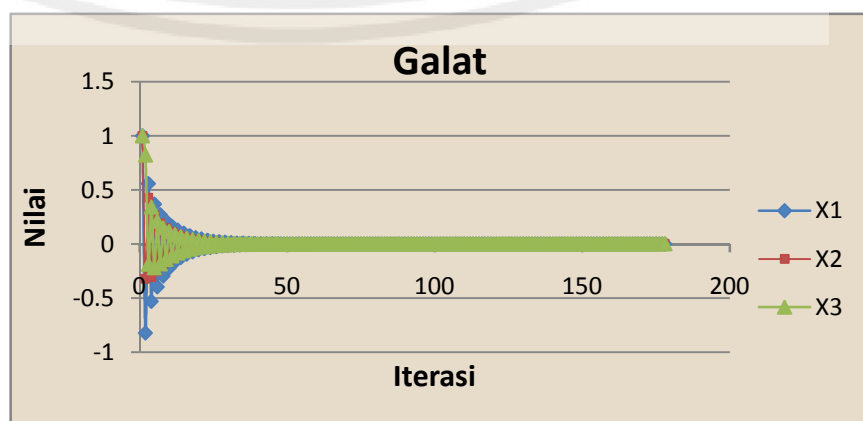


Gambar 3.2 Konvergensi nilai fungsi sistem persamaan nonlinier yang dapat diliniarkan

Keterangan:

- Setelah di dapat nilai x_1 , x_2 dan x_3 maka untuk nilai konvergensi yang mendekati ke semua nilai konstanta, pada grafik kekonvergensi nilai fungsi berhenti pada iterasi ke-178.
- Nilai konvergensi masing-masing persamaan yang mendekati ke nilai konstantanya yaitu, persamaan pertama sama dengan 5, persamaan kedua sama dengan 20, dan persamaan ketiga sama dengan 3.

Langkah 10: Membuat grafik nilai galat, sebagai berikut:

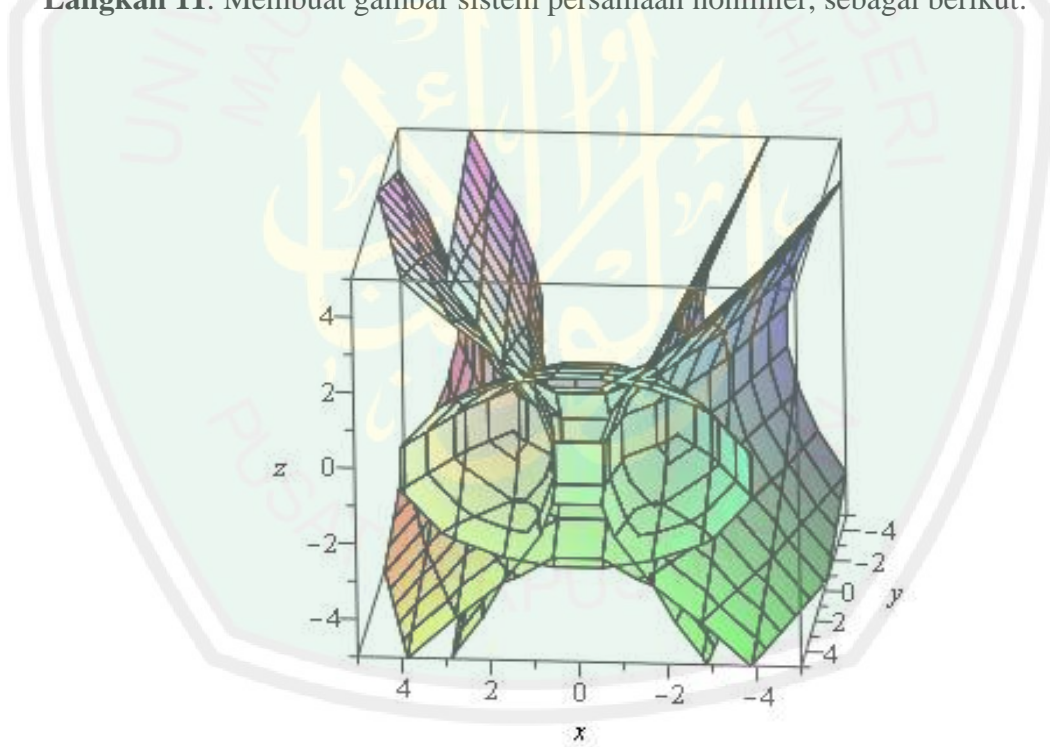


Gambar 3.3 Galat sistem persamaan nonlinier yang dapat diliniarkan

Keterangan:

Dari grafik menunjukkan bahwa nilai galat mulai konvergen pada iterasi ke-40, semakin banyak iterasi maka nilai galat semakin kecil, sehingga iterasi dapat dihentikan pada iterasi ke-126. Hal ini dilakukan karena nilai galat yang diperoleh kurang dari 0,000001.

Langkah 11: Membuat gambar sistem persamaan nonlinier, sebagai berikut:



Gambar 3.4 Sistem persamaan nonlinier yang dapat dilinierkan

Langkah 12: Mengakarkan $x_1 = x^2$, $x_2 = y$, dan $x_3 = z^2$, sebagai berikut:

Tabel 3.3 Hasil akar $x_1 = x^2$ dan $x_3 = z^2$

iterasi	X1	X2	X3	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0
1	1,666666667	2,857142857	0,6	1,290994449	2,857142857	0,774596669
2	0,914285714	2,161904762	3,361904762	0,956182887	2,161904762	1,833549771
3	2,066666667	3,775510204	2,828571429	1,437590577	3,775510204	1,681835732
			:			
			:			
175	1,857142857	3,571428572	4,142857143	1,362770288	3,571428572	2,035400978
176	1,857142857	3,571428571	4,142857143	1,362770288	3,571428571	2,035400978
177	1,857142857	3,571428571	4,142857143	1,362770288	3,571428571	2,035400978
178	1,857142857	3,571428571	4,142857143	1,362770288	3,571428571	2,035400978

Solusi:

$$x = \sqrt{x_1} = \sqrt{1,857142857} = 1,362770288.$$

$$y = 3,571428571.$$

$$z = \sqrt{x_3} = \sqrt{4,142857143} = 2,035400978.$$

3.2 Ijtihad dan Metode Jacobian

Ijtihad adalah upaya keras seseorang untuk sampai pada hipotesa terhadap suatu permasalahan (keagamaan, fikiah, penetapan hukum). Didalam ijtihad terdapat faktor-faktor yang menyeret ijtihad ke dalam kesalahan, walaupun hal itu dilakukan oleh ahlinya, sesuai dengan tempat dan syarat-syaratnya, atau menyeret ijtihad pada penyimpangan apabila hal itu dilakukan orang yang bukan ahlinya, tetapi dikuasai oleh hawa nafsunya.

Untuk menetapkan sebuah hukum para mujtahid harus paham tentang masalah yang dihadapi dan memiliki kemampuan ilmu yang memadai, yaitu Al-Qur'an dan As-Sunnah.

Hasil akhir dari ketetapan ijtihad bisa saja terjadi perbedaan antara mujtahid, namun mayoritas mujtahid tidak terlalu jauh dalam menetapkan hukum dengan mujtahid yang lainnya.

Dalam menyelesaikan sistem persamaan nonlinier ada beberapa metode yang dapat dipakai, diantaranya metode Jacobian. Metode Jacobian merupakan metode yang telah terbukti dapat memberikan jawaban (kebenaran) yang mendekati atau tepat dalam menyelesaikan sistem persamaan nonlinier.

Hal ini menunjukkan bahwa, proses ijtihad tidak terlalu berbeda dengan proses metode Jacobian, jadi dapat dikatakan bahwa metode Jacobian merupakan bagian dari pada ijtihad, karena ijtihad dalam menetapkan hukum esensinya harus sesuai dengan kebenaran yang di inginkan Allah (kebenaran), tentunya pada hal-hal yang baik dan tidak terlalu banyak mudaratnya terhadap umat manusia. Sama halnya juga dengan metode Jacobian mencari nilai jawaban (kebenaran) baik itu mendekati atau tepat.

BAB IV

PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

Metode Jacobian merupakan metode yang efektif untuk menyelesaikan sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan.

Adapun langkah-langkah menyelesaikan persamaan nonlinier sebagai berikut:

1. Menentukan persamaan iterasi untuk masing-masing variabel,
2. Menentukan nilai awal untuk masing-masing variabel,
3. Menentukan nilai fungsi pada masing-masing persamaan dengan nilai-nilai variabel pada nilai awal,
4. Menentukan nilai iterasi pada masing-masing persamaan untuk iterasi kedua dengan nilai-nilai variabel pada hasil iterasi pertama,
5. Perhitungan nilai-nilai fungsi di atas digunakan sampai diperoleh konvergensi nilai fungsi pada setiap persamaan, dan
6. Menghitung nilai galat untuk masing-masing persamaan.

Konvergensi nilai fungsi dan nilai galat yang diperoleh untuk sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan berbentuk gelombang yang variansinya semakin kecil, sehingga semakin mendatar.

4.2 SARAN

Pada skripsi ini, penulis hanya memfokuskan pada pokok bahasan masalah Solusi sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan dengan metode Jacobian. Maka dari itu, untuk penulisan skripsi selanjutnya, penulis menyarankan kepada pembaca untuk mengkaji masalah sistem persamaan nonlinier polinomial yang tidak dapat dilinierkan dan sistem persamaan nonlinier trasendental dengan metode yang sama.



DAFTAR PUSTAKA

- Adjie, Habib. 2008. *Hukum Notaris Indonesia*, Bandung: Refika Aditama.
- Al-Khudari Beik, Syaik Muhammad. 2007. *Ushul Fikih*, Jakarta: Pustaka Amani
- Asy-Syarafi, Abdul Majid. 2002. *Ijtihad Kolektif*, Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.
- Al-Qarni, Aidh. 2008. *Tafsir Muyasar*. Jakarta Timur: Qisthi Press.
- Ayres, Frank dan Schmidt, Philip A. 2004. *Schaum's Outline of Theory and Problem's of College Mathematics, Jilid III*. Terjemahan Alit Bondan. Jakarta: Erlangga.
- Chapra, Steven C. dan Canale, Raymond P. 2002. *Numerical Methodes for Engineers With Software and Program Applications*. McGraw-Companies: United States.
- Conte, Samuel D. dan Boor Carl de. 1993. *Elementary Numerical Analysis, Jilid III*. Terjemahan Mursaid. Jakarta: Erlangga. 2000. *Metode Numerik*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Djojodihardjo, Harijono. 2000. *Metode Numerik*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Imani, Faqih, Kamal, Allamah. 2006. *Tafsir Nurul Qur'an: Sebuah tafsir sederhana menuju cahaya Al-Qur'an*, Jakarta: Al-Huda.
- Moengin, Parwadi. 2008. *Metode Numerik untuk Teknik*, Jakarta: Universitas Trisakti.
- Munif, Abdul dan Hidayatullah, Prastyoko, Aries. 1995. *Cara Praktis Penguasaan dan Penggunaan Metode Numerik*, Surabaya: Prima Printing.
- Munir, Rinaldi, 2008. *Metode Numerik*, Bandung: Informatika.
- Pujiyanta, Ardi. 2007. *Komputasi Numerik dengan Matlab*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syafi'i, Imam. 2004. *Ar-Risalah*, Jakarta: Pustaka Firdaus.
- Soedoyo, Peter. 1995. *Asas-asas Matematika, Fisika, dan Teknik*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Triatmodjo, Bambang, 1996. *Metode Numerik*, Yogyakarta: Beta Offset.

Lampiran 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Output Program Sistem Persamaan Nonlinier yang dapat dilinierkan									
2	Metode Iterasi									
3	Jacobian									
4				3	1	-1				5
5				4	7	-3				20
6				2	-6	5				3
7										
8			Konvergensi nilai			Konvergensi nilai			Galat	
9	iterasi	X1	solusi	X2	X3	fungsi		X1	X2	X3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	1,666666667	2,857142857	0,6	7,257142857	24,86666667	-10,80952381	1	1	1
12	2	0,914285714	2,161904762	3,361904762	1,542857143	8,704761905	5,666666667	-0,822916667	0,321585903	0,821529745
13	3	2,066666667	3,775510204	2,828571429	7,146938776	26,20952381	-4,376870748	0,557603687	0,427387387	-0,188552189
14	4	1,351020408	2,888435374	4,303945578	2,63755102	12,71129252	6,891156463	-0,529707956	0,307112577	0,342795726
15	5	2,138503401	3,9296793	3,525714286	6,819475219	25,48462585	-1,67249757	0,368240234	0,264969186	-0,220730107
16	6	1,532011662	3,146161322	4,4602138	3,281982507	14,7705345	6,488124393	-0,395879323	0,249039353	0,209518995
17	7	2,104684159	3,893227822	3,762588921	6,444691379	24,38356463	-0,337054005	0,272094269	0,191888719	-0,185410868
18	8	1,623120367	3,267004304	4,429999722	3,706365681	16,07151243	5,794213522	-0,29669013	0,191681265	0,150657075
19	9	2,054331806	3,828216814	3,871157018	6,120055215	23,40137387	0,495147815	0,209903502	0,146598936	-0,14436064
20	10	1,680980068	3,342306261	4,372127455	4,01311901	17,00368174	5,168759842	-0,222103608	0,145381816	0,114582761
21	11	2,009940398	3,770351728	3,938375486	5,861797435	22,61709723	1,089647862	0,163666709	0,11352932	-0,110134742

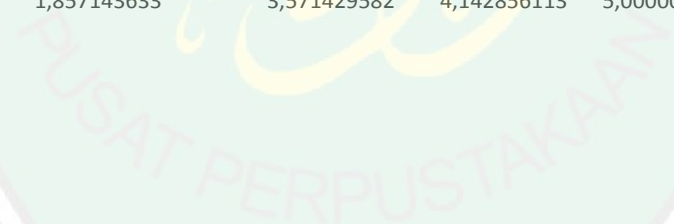
21	12	1,722674586	3,396480695	4,320445914	4,24405854	17,70472547	4,66869457	-0,166755703	0,110076007	0,0884331
22	13	1,974655073	3,724377057	3,986707	5,661635275	22,00913869	1,536582805	0,127607343	0,088040592	-0,083712927
23	14	1,754109981	3,437357244	4,279390439	4,420296748	18,23976932	4,281028692	-0,125730481	-0,08350014	0,068393722
24	15	1,947344398	3,68881877	4,0231847	5,507667265	21,54155488	1,877699677	0,099229709	0,068168577	-0,063682321
25	16	1,778121977	3,468596644	4,247644765	4,555317809	18,64973012	3,982887915	-0,095169186	0,063490267	0,052843417
26	17	1,926349374	3,661492341	4,051067182	5,38947328	21,18264234	2,139080611	0,076947307	0,052682262	-0,048524888
27	18	1,796524947	3,492543436	4,22325106	4,658867217	18,96415066	3,754044578	-0,072264194	0,048374174	0,040770457
28	19	1,910235875	3,640521913	4,072442144	5,298787393	20,90727046	2,339550992	0,059527166	0,0406476	-0,037031567
29	20	1,810640077	3,510911848	4,204531946	4,738300133	19,20534741	3,578468797	-0,055005851	0,036916354	0,031416054
30	21	1,897873366	3,624433647	4,088838186	5,229215559	20,69601443	2,493335782	0,045963704	0,031321252	-0,02829502
31	22	1,82146818	3,525003014	4,19017103	4,799236523	19,39038072	3,443773428	-0,041947033	0,028207248	0,024183462
32	23	1,888389339	3,612091482	4,101416344	5,175843154	20,53394869	2,61131151	0,035438221	0,024110261	-0,021640009
33	24	1,829774954	3,535813097	4,179154042	4,845983917	19,53232937	3,340441539	-0,032033658	0,021573082	0,0186013
34	25	1,881113648	3,602623187	4,111065735	5,134898398	20,4096197	2,701816847	0,027291649	0,018544845	-0,016562204
35	26	1,836147516	3,544106087	4,170702365	4,881846269	19,64122558	3,261170335	-0,02448939	0,016511103	0,014298942
36	27	1,875532093	3,595359576	4,118468298	5,103487556	20,31424051	2,77124822	0,020999148	0,014255456	-0,012682887
37	28	1,841036241	3,550468075	4,164218654	4,909358143	19,72476552	3,200357303	-0,018737193	0,012643826	0,01098654
38	29	1,871250193	3,589787286	4,124147194	5,079390672	20,24107019	2,82451264	0,016146399	0,010953075	-0,009716302
39	30	1,844786636	3,555348687	4,159244666	4,930463929	19,78885336	3,153704478	-0,01434505	0,009686419	0,008438424
40	31	1,867965326	3,585512493	4,12850377	5,060904702	20,18493745	2,865374542	0,012408523	0,00841269	-0,007446014
41	32	1,847663759	3,559092858	4,155428861	4,946655273	19,83801846	3,117914678	-0,010987696	0,007423137	0,006479498



42	33	1,865445335	3,582233078	4,131845926	5,046723156	20,14187511	2,896721828	0,009532081	0,006459719	-0,005707603
43	34	1,849870949	3,561965206	4,15250156	4,959076493	19,87573556	3,090458466	-0,008419174	0,005690082	0,004974263
44	35	1,863512118	3,579717269	4,134409867	5,035843757	20,10883976	2,920769957	0,00732014	0,004959069	-0,004375883
45	36	1,851564199	3,564168733	4,150255876	4,968605455	19,9046703	3,069395381	-0,006452879	0,004362458	0,00381808
46	37	1,862029048	3,577787261	4,136376799	5,027497605	20,08349662	2,939218524	0,005620132	0,003806411	-0,00335537
47	38	1,852863179	3,565859172	4,148533095	4,975915616	19,92686764	3,053236797	-0,004946867	0,003345081	0,002930264
48	39	1,860891307	3,576306652	4,137885735	5,021094839	20,06405459	2,953371377	0,004314131	0,002921304	-0,00257314
49	40	1,853859694	3,567155997	4,14721146	4,98152362	19,94389637	3,040840708	-0,003792959	0,002565252	0,002248674
50	41	1,860018488	3,5751708	4,139043318	5,016182945	20,0491396	2,964228764	0,003311146	0,002241796	-0,001973437
51	42	1,854624173	3,568150858	4,146197565	4,98582581	19,95696	3,031331026	-0,002908576	-0,00196739	0,001725496
52	43	1,859348903	3,574299429	4,13993136	5,012414777	20,03769754	2,97255803	0,002541067	0,001720217	-0,001513601
53	44	1,855210644	3,568914067	4,145419754	4,989126244	19,96698178	3,024035655	-0,002230614	0,001508964	0,001323966
54	45	1,858835229	3,573630955	4,140612623	5,009524019	20,02891973	2,978947841	0,001949923	0,001319915	-0,001160971
55	46	1,855660556	3,569499565	4,144823055	4,991658178	19,97467001	3,018438998	-0,001710805	0,001157415	0,001015829
56	47	1,858441163	3,573118134	4,141135255	5,007306369	20,02218583	2,983849797	0,001496204	0,00101272	-0,000890529
57	48	1,856005707	3,56994873	4,144365296	4,993600555	19,98056805	3,014145512	-0,001312203	0,000887801	0,000779381
58	49	1,858138855	3,572724723	4,141536194	5,005605095	20,0170199	2,987610341	0,001148003	0,000776996	-0,000683105
59	50	1,85627049	3,570293309	4,144014125	4,995090654	19,98509275	3,010851756	-0,001006515	0,000681012	0,000597954
60	51	1,857906939	3,572422916	4,141843774	5,004299959	20,01305685	2,99049525	0,000880802	0,000596124	-0,000524006
61	52	1,856473619	3,570557652	4,143744724	4,996233786	19,98856387	3,008324945	-0,000772066	0,000522401	0,000458752
62	53	1,857729024	3,572191385	4,142079735	5,003298722	20,01001659	2,992708413	0,000675774	0,000457347	-0,000401969
63	54	1,85662945	3,570760444	4,143538053	4,997110742	19,99122675	3,006386497	-0,000592242	-	0,00035195

										0,000400738
64	55	1,857592536	3,572013765	4,142260753	5,00253062	20,00768424	2,994406246	0,000518459	0,000350872	-0,000308358
65	56	1,856748996	3,570916016	4,143379504	4,9977835	19,99326959	3,004899413	-0,00045431	0,000307414	0,000270009
66	57	1,857487829	3,571877504	4,142399621	5,00194137	20,00589498	2,995708741	0,000397759	0,000269183	-0,00023655
67	58	1,856840706	3,571035364	4,143257873	4,998299608	19,99483675	3,003758594	-0,000348508	0,000235825	0,000207144
68	59	1,857407503	3,571772971	4,142506154	5,001489326	20,00452235	2,996707953	0,000305155	0,00020651	-0,000181465
69	60	1,856911061	3,571126922	4,143164564	4,998695541	19,996039	3,002883412	-0,000267348	0,000180909	0,000158915
70	61	1,857345881	3,571692778	4,142587881	5,001142539	20,00346933	2,9974745	0,000234108	0,000158428	-0,000139208
71	62	1,856965034	3,57119716	4,143092981	4,998999282	19,99696131	3,002212015	-0,000205091	0,000138782	0,000121914
72	63	1,857298607	3,571631258	4,142650578	5,000876501	20,0026615	2,998062558	0,000179601	0,000121541	-0,000106792
73	64	1,85700644	3,571251044	4,143038067	4,999232297	19,99766887	3,001696952	-0,000157332	0,000106465	9,35276E-05
74	65	1,857262341	3,571584063	4,142698677	5,000672409	20,00204177	2,998513687	0,000137784	9,32413E-05	-8,19249E-05
75	66	1,857038205	3,571292381	4,142995939	4,999411055	19,99821167	3,00130182	-0,000120696	-8,16741E-05	7,17506E-05
76	67	1,857234519	3,571547857	4,142735575	5,00051584	20,00156635	2,998859773	0,000105703	7,15309E-05	-6,28483E-05
77	68	1,857062573	3,571324093	4,142963621	4,99954819	19,99862808	3,000998693	-9,25907E-05	-6,26559E-05	5,5044E-05
78	69	1,857213176	3,571520082	4,142763882	5,000395728	20,00120163	2,999125272	8,1091E-05	5,48755E-05	-4,82139E-05
79	70	1,857081267	3,57134842	4,142938827	4,999653393	19,99894753	3,000766149	-7,10304E-05	-4,80662E-05	4,22274E-05
80	71	1,857196802	3,571498774	4,142785598	5,000303583	20,00092183	2,999328951	6,22097E-05	4,20981E-05	-3,69872E-05
81	72	1,857095608	3,571367083	4,142919807	4,9997341	19,99919259	3,000587753	-5,44907E-05	-3,68739E-05	3,2395E-05
82	73	1,857184241	3,571482427	4,142802257	5,000232894	20,00070719	2,999485204	4,77246E-05	3,22958E-05	-2,83747E-05
83	74	1,85710661	3,571381401	4,142905216	4,999796014	19,9993806	3,000450896	-4,18024E-05	-2,82878E-05	2,4852E-05
84	75	1,857174605	3,571469887	4,142815037	5,000178665	20,00054252	2,999605073	3,66122E-05	2,47759E-05	-2,17676E-05
85	76	1,85711505	3,571392384	4,142894022	4,999843512	19,99952482	3,000345906	-3,20686E-05	-2,1701E-05	1,90653E-05
86	77	1,857167213	3,571460267	4,142824841	5,000137064	20,00041619	2,999697031	2,80872E-05	1,90069E-05	-1,6699E-05

87	78	1,857121525	3,57140081	4,142885435	4,99987995	19,99963547	3,000265362	-2,46014E-05	-1,66479E-05	1,4626E-05
88	79	1,857161542	3,571452887	4,142832363	5,000105149	20,00031928	2,999767577	2,15472E-05	1,45812E-05	-1,28107E-05
89	80	1,857126492	3,571407275	4,142878847	4,999907903	19,99972035	3,000203573	-1,8873E-05	-1,27714E-05	1,12204E-05
90	81	1,857157191	3,571447225	4,142838133	5,000080665	20,00024494	2,999821696	1,653E-05	1,1186E-05	-9,82771E-06
91	82	1,857130303	3,571412233	4,142873793	4,999929348	19,99978546	3,000156171	-1,44784E-05	-9,79762E-06	8,60774E-06
92	83	1,857153853	3,571442881	4,142842559	5,000061882	20,00018791	2,999863214	1,26811E-05	8,58139E-06	-7,53934E-06
93	84	1,857133226	3,571416038	4,142869916	4,999945799	19,99983542	3,000119807	-1,11071E-05	-7,51625E-06	6,60345E-06
94	85	1,857151293	3,571439549	4,142845955	5,000047473	20,00014415	2,999895064	9,72832E-06	6,58323E-06	-5,78381E-06
95	86	1,857135469	3,571418956	4,142866942	4,99995842	19,99987374	3,00009191	-8,52084E-06	-5,7661E-06	5,06585E-06
96	87	1,857149329	3,571436993	4,14284856	5,000036419	20,00011059	2,999919498	7,46311E-06	5,05034E-06	-4,43706E-06
97	88	1,857137189	3,571421195	4,14286466	4,999968102	19,99990314	3,000070509	-6,53677E-06	-4,42347E-06	3,88628E-06
98	89	1,857147822	3,571435032	4,142850559	5,000027939	20,00008484	2,999938243	5,72534E-06	3,87438E-06	-3,4039E-06
99	90	1,857138509	3,571422913	4,14286291	4,999975529	19,99992569	3,000054091	-5,01469E-06	-3,39348E-06	2,98137E-06
100	91	1,857146666	3,571433528	4,142852092	5,000021433	20,00006508	2,999952623	4,39221E-06	2,97224E-06	-2,6113E-06
101	92	1,857139521	3,57142423	4,142861567	4,999981227	19,999943	3,000041496	-3,84703E-06	-2,60331E-06	2,28716E-06
102	93	1,857145779	3,571432374	4,142853268	5,000016443	20,00004993	2,999963655	3,36949E-06	2,28016E-06	-2,00327E-06
103	94	1,857140298	3,571425241	4,142860537	4,999985598	19,99995627	3,000031834	-2,95125E-06	-1,99713E-06	1,7546E-06
104	95	1,857145099	3,571431488	4,14285417	5,000012614	20,0000383	2,999972118	2,58491E-06	1,74923E-06	-1,53681E-06
105	96	1,857140894	3,571426017	4,142859747	4,999988952	19,99996645	3,000024421	-2,26406E-06	-1,5321E-06	1,34605E-06
106	97	1,857144577	3,571430809	4,142854862	5,000009677	20,00002938	2,99997861	1,98302E-06	1,34193E-06	-1,17897E-06
107	98	1,857141351	3,571426611	4,14285914	4,999991524	19,99997426	3,000018735	-1,73688E-06	-1,17536E-06	1,03262E-06
108	99	1,857144176	3,571430288	4,142855393	5,000007424	20,00002254	2,999983591	1,52128E-06	1,02946E-06	-9,04446E-07
109	100	1,857141702	3,571427068	4,142858675	4,999993498	19,99998026	3,000014373	-1,33245E-06	-9,01677E-07	7,92178E-07
110	101	1,857143869	3,571429888	4,142855801	5,000005695	20,00001729	2,999987411	1,16705E-06	7,89753E-07	-6,93847E-07
111	102	1,857141971	3,571427418	4,142858318	4,999995012	19,99998485	3,000011026	-1,02219E-06	-6,91723E-07	6,07721E-07
112	103	1,857143633	3,571429582	4,142856113	5,000004369	20,00001327	2,999990343	8,95307E-07	6,0586E-07	-5,32286E-07



113	104	1,857142177	3,571427687	4,142858045	4,999996173	19,99998838	3,000008459	-7,84175E-07	-5,30657E-07	4,66214E-07
114	105	1,857143453	3,571429346	4,142856353	5,000003352	20,00001018	2,999992591	6,86836E-07	4,64787E-07	-4,08344E-07
115	106	1,857142335	3,571427893	4,142857835	4,999997064	19,99999109	3,000006489	-6,01581E-07	-4,07094E-07	3,57657E-07
116	107	1,857143314	3,571429166	4,142856537	5,000002571	20,00000781	2,999994316	5,26908E-07	3,56562E-07	-3,13262E-07
117	108	1,857142457	3,571428051	4,142857674	4,999997748	19,99999316	3,000004978	-4,61504E-07	-3,12303E-07	2,74377E-07
118	109	1,857143208	3,571429028	4,142856678	5,000001973	20,00000599	2,99999564	4,04218E-07	2,73537E-07	-2,4032E-07
119	110	1,85714255	3,571428172	4,14285755	4,999998272	19,99999475	3,000003819	-3,54044E-07	-2,39584E-07	2,10489E-07
120	111	1,857143126	3,571428921	4,142856786	5,000001513	20,00000459	2,999996655	3,10097E-07	2,09845E-07	-1,84362E-07
121	112	1,857142622	3,571428265	4,142857455	4,999998675	19,99999598	3,00000293	-2,71605E-07	-1,83797E-07	1,61477E-07
122	113	1,857143063	3,57142884	4,142856869	5,000001161	20,00000353	2,999997434	2,37891E-07	1,60983E-07	-1,41433E-07
123	114	1,857142676	3,571428336	4,142857382	4,999998983	19,99999691	3,000002248	-2,08363E-07	-1,41E-07	1,23878E-07
124	115	1,857143015	3,571428777	4,142856933	5,000000891	20,0000027	2,999998031	1,82499E-07	1,23498E-07	-1,08501E-07
125	116	1,857142719	3,571428391	4,142857327	4,99999922	19,99999763	3,000001724	-1,59846E-07	-1,08169E-07	9,50329E-08
126	117	1,857142979	3,571428729	4,142856982	5,000000683	20,00000207	2,99999849	1,40004E-07	9,47419E-08	-8,32367E-08
127	118	1,857142751	3,571428433	4,142857284	4,999999402	19,99999818	3,000001323	-1,22626E-07	-8,29818E-08	7,29047E-08
128	119	1,85714295	3,571428693	4,142857019	5,000000524	20,00000159	2,999998841	1,07405E-07	7,26814E-08	-6,38552E-08
129	120	1,857142776	3,571428465	4,142857251	4,999999541	19,99999861	3,000001015	-9,40727E-08	-6,36596E-08	5,59289E-08
130	121	1,857142929	3,571428664	4,142857048	5,000000402	20,00000122	2,999999111	8,23956E-08	5,57577E-08	-4,89866E-08
131	122	1,857142795	3,57142849	4,142857226	4,999999648	19,99999893	3,000000778	-7,21681E-08	-4,88366E-08	4,2906E-08
132	123	1,857142912	3,571428643	4,14285707	5,000000308	20,00000094	2,999999318	6,321E-08	4,27746E-08	-3,75802E-08
133	124	1,857142809	3,571428509	4,142857207	4,99999973	19,99999918	3,000000597	-5,53639E-08	-3,74651E-08	3,29154E-08
134	125	1,857142899	3,571428626	4,142857087	5,000000237	20,00000072	2,999999477	4,84917E-08	3,28146E-08	-2,88297E-08
135	126	1,85714282	3,571428524	4,142857192	4,999999793	19,99999937	3,000000458	-4,24725E-08	-2,87414E-08	2,52511E-08
136	127	1,857142889	3,571428613	4,1428571	5,000000182	20,00000055	2,999999599	3,72005E-08	2,51738E-08	-2,21168E-08
137	128	1,857142829	3,571428535	4,14285718	4,999999841	19,99999952	3,000000351	-3,25828E-08	-2,2049E-08	1,93714E-08
138	129	1,857142882	3,571428604	4,14285711	5,000000139	20,00000042	2,999999692	2,85384E-08	1,93121E-08	-1,69669E-08

139	130	1,857142835	3,571428543	4,142857172	4,999999878	19,99999963	3,00000027	-2,4996E-08	-1,6915E-08	1,48608E-08
140	131	1,857142876	3,571428596	4,142857118	5,000000107	20,00000032	2,999999764	2,18933E-08	1,48153E-08	-1,30162E-08
141	132	1,857142841	3,57142855	4,142857165	4,999999906	19,99999972	3,000000207	-1,91757E-08	-1,29763E-08	1,14005E-08
142	133	1,857142872	3,57142859	4,142857124	5,000000082	20,00000025	2,999999819	1,67955E-08	1,13656E-08	-9,9854E-09
143	134	1,857142844	3,571428555	4,14285716	4,999999928	19,99999978	3,000000159	-1,47107E-08	-9,95483E-09	8,74593E-09
144	135	1,857142868	3,571428586	4,142857128	5,000000063	20,00000019	2,999999861	1,28847E-08	8,71915E-09	-7,66032E-09
145	136	1,857142847	3,571428559	4,142857156	4,999999945	19,99999983	3,000000122	-1,12853E-08	-7,63686E-09	6,70946E-09
146	137	1,857142866	3,571428583	4,142857131	5,000000048	20,00000015	2,999999893	9,88451E-09	6,68891E-09	-5,87663E-09
147	138	1,85714285	3,571428562	4,142857153	4,999999958	19,99999987	3,000000093	-8,65756E-09	-5,85863E-09	5,14717E-09
148	139	1,857142864	3,57142858	4,142857134	5,000000037	20,00000011	2,999999918	7,58292E-09	5,13141E-09	-4,50827E-09
149	140	1,857142851	3,571428564	4,14285715	4,999999968	19,9999999	3,000000072	-6,64167E-09	-4,49446E-09	3,94866E-09
150	141	1,857142862	3,571428578	4,142857136	5,000000028	20,00000009	2,999999937	5,81725E-09	3,93657E-09	-3,45852E-09
151	142	1,857142853	3,571428566	4,142857149	4,999999975	19,99999992	3,000000055	-5,09517E-09	-3,44793E-09	3,02922E-09
152	143	1,857142861	3,571428576	4,142857138	5,000000022	20,00000007	2,999999952	4,46271E-09	3,01995E-09	-2,65321E-09
153	144	1,857142854	3,571428567	4,142857147	4,999999981	19,99999994	3,000000042	-3,90877E-09	-2,64509E-09	2,32388E-09
154	145	1,85714286	3,571428575	4,142857139	5,000000017	20,00000005	2,999999963	3,42358E-09	2,31676E-09	-2,03542E-09
155	146	1,857142855	3,571428568	4,142857146	4,999999985	19,99999996	3,000000032	-2,99862E-09	-2,02919E-09	1,78277E-09
156	147	1,857142859	3,571428574	4,14285714	5,000000013	20,00000004	2,999999972	2,62641E-09	1,77731E-09	-1,56147E-09
157	148	1,857142855	3,571428569	4,142857146	4,999999989	19,99999997	3,000000025	-2,3004E-09	-1,55669E-09	1,36765E-09
158	149	1,857142859	3,571428574	4,142857141	5,00000001	20,00000003	2,999999978	2,01485E-09	1,36346E-09	-1,19789E-09
159	150	1,857142856	3,571428569	4,142857145	4,999999991	19,99999997	3,000000019	-1,76475E-09	-1,19422E-09	1,0492E-09
160	151	1,857142858	3,571428573	4,142857141	5,000000008	20,00000002	2,999999983	1,5457E-09	1,04598E-09	-9,18962E-10
161	152	1,857142856	3,57142857	4,142857144	4,999999993	19,99999998	3,000000015	-1,35383E-09	-9,16148E-10	8,04893E-10
162	153	1,857142858	3,571428573	4,142857141	5,000000006	20,00000002	2,999999987	1,18578E-09	8,02429E-10	-7,04983E-10
163	154	1,857142856	3,57142857	4,142857144	4,999999995	19,99999998	3,000000011	-1,0386E-09	-7,02825E-10	6,17475E-10
164	155	1,857142858	3,571428572	4,142857142	5,000000004	20,00000001	2,99999999	9,09677E-10	6,15585E-10	-5,40829E-10

165	156	1,857142856	3,571428571	4,142857144	4,999999996	19,99999999	3,000000009	-7,96761E-10	-5,39173E-10	4,73697E-10
166	157	1,857142858	3,571428572	4,142857142	5,000000003	20,00000001	2,999999992	6,9786E-10	4,72247E-10	-4,14898E-10
167	158	1,857142857	3,571428571	4,142857144	4,999999997	19,99999999	3,000000007	-6,11236E-10	-4,13628E-10	3,63398E-10
168	159	1,857142858	3,571428572	4,142857142	5,000000003	20,00000001	2,999999994	5,35365E-10	3,62285E-10	-3,1829E-10
169	160	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999998	19,99999999	3,000000005	-4,68911E-10	-3,17316E-10	2,78781E-10
170	161	1,857142857	3,571428572	4,142857142	5,000000002	20,00000001	2,999999996	4,10706E-10	2,77928E-10	-2,44177E-10
171	162	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999998	19,99999999	3,000000004	-3,59726E-10	-2,43429E-10	2,13868E-10
172	163	1,857142857	3,571428572	4,142857142	5,000000002	20	2,999999997	3,15074E-10	2,13213E-10	-1,87321E-10
173	164	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999999	20	3,000000003	-2,75964E-10	-1,86747E-10	1,64069E-10
174	165	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5,000000001	20	2,999999997	2,4171E-10	1,63567E-10	-1,43703E-10
175	166	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999999	20	3,000000002	-2,11707E-10	-1,43263E-10	1,25866E-10
176	167	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5,000000001	20	2,999999998	1,85428E-10	1,2548E-10	-1,10242E-10
177	168	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999999	20	3,000000002	-1,62411E-10	-1,09905E-10	9,65577E-11
178	169	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5,000000001	20	2,999999998	1,42251E-10	9,62624E-11	-8,45724E-11
179	170	1,857142857	3,571428571	4,142857143	4,999999999	20	3,000000001	-1,24594E-10	-8,43136E-11	7,40744E-11
180	171	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5,000000001	20	2,999999999	1,09128E-10	7,38477E-11	-6,48798E-11
181	172	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3,000000001	-9,55822E-11	-6,46811E-11	5,68263E-11
182	173	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5	20	2,999999999	8,37176E-11	5,66524E-11	-4,97725E-11
183	174	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3,000000001	-7,3326E-11	-4,96202E-11	4,35945E-11
184	175	1,857142857	3,571428572	4,142857143	5	20	2,999999999	6,42242E-11	4,34611E-11	-3,81831E-11
185	176	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3,000000001	-5,6252E-11	-3,80662E-11	3,34437E-11
186	177	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	2,999999999	4,92695E-11	3,3341E-11	-2,92922E-11
187	178	1,857142857	3,571428571	4,142857143	5	20	3	-4,31537E-11	-2,92024E-11	2,5656E-11

Lampiran 2

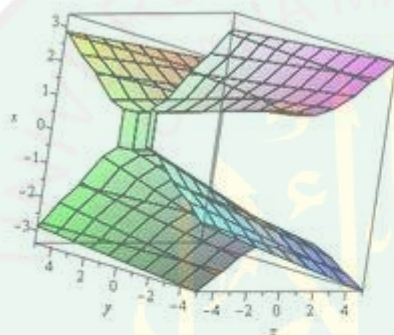
Sistem persamaan nonlinier polinomial yang dapat dilinierkan

$$3x^2 + y - z^2 = 5$$

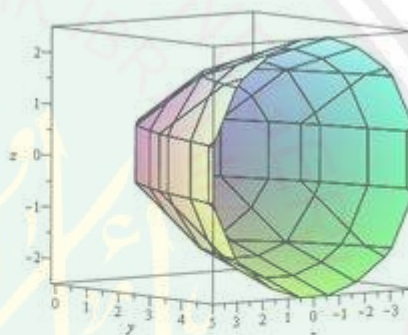
$$4x^2 + 7y - 3z^2 = 2$$

$$2x^2 - 6y + 5z^2 = 3$$

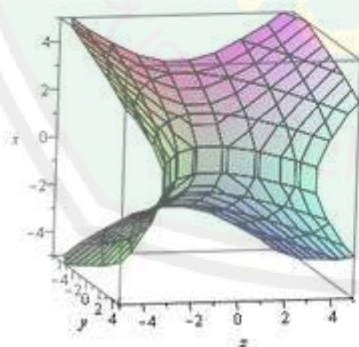
a. Gambar persamaan $3x^2 + y - z^2 = 5$



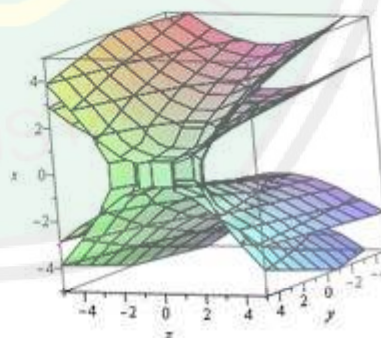
c. Gambar persamaan $2x^2 - 6y + 5z^2 = 3$



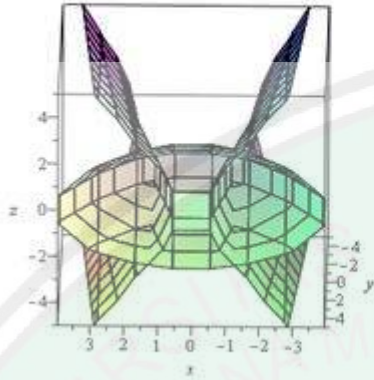
b. Gambar persamaan $4x^2 + 7y - 3z^2 = 2$



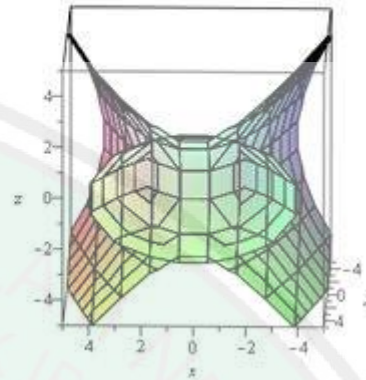
d. Gambar persamaan $3x^2 + y - z^2 = 5$ dan $4x^2 + 7y - 3z^2 = 2$



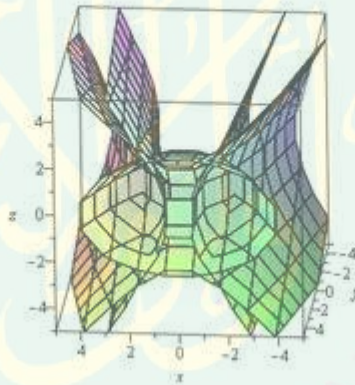
- e. Gambar persamaan $3x^2 + y - z^2 = 5$ dan $2x^2 - 6y + 5z^2 = 3$



- f. Gambar persamaan $4x^2 + 7y - 3z^2 = 2$ dan $2x^2 - 6y + 5z^2 = 3$



- g. Gambar persamaan $3x^2 + y - z^2 = 5$, $4x^2 + 7y - 3z^2 = 2$ dan $2x^2 - 6y + 5z^2 = 3$





DEPARTEMEN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341)551345 Fax. (0341)572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ilmiadi
NIM : 05510006
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul skripsi : Solusi Sistem Persamaan Nonlinier dengan Metode Jacobian
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Achmad Nashichuddin, MA.

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan	
1	09 September 2009	Proposal	1.	
2	12 Oktober 2009	Konsultasi Bab I		2.
3	31 Oktober 2009	Revisi Bab I	3.	
4	10 Februari 2010	Konsultasi Bab II		4.
5	22 Februari 2010	Konsultasi Keagamaan	5.	
6	23 Februari 2010	Revisi Bab II dan Bab III		6.
7	01 Maret 2010	Revisi Bab III	7.	
8	08 Maret 2010	Konsultasi Bab IV		8.
9	09 Maret 2010	Revisi Keagamaan	9.	
10	10 Maret 2010	Revisi Bab IV		10.
11	12 Maret 2010	ACC Keagamaan	11.	
12	12 Maret 2010	ACC Keseluruhan		12.

Malang, 08 September 2009
 Mengetahui,
 Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP: 19751006 200312 1 001