Perbandingan Metode Pengapitan Akar (*Bisection*, *Regula Falsi* dan Secant) Persamaan Non Linear dalam Menyelesaikan Analisis Break Even



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

Oleh:

ISMUNIYARTO

60600111024

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR

2016

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ismuniyarto

NIM : 60600111024

Jurusan : Matematika

Judul Skripsi : Perbandingan Metode Pengapitan Akar (Bisection, Regula Falsi

dan Secant) Persamaan Non Linear dalam Menyelesaikan Analisis

Break Even

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan plagiat atau tulisan/ pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan/ pikiran saya sendiri, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila

dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil plagiat, maka saya

bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Makassar, Januari 2016

Yang Membuat Pernyataan,

ISMUNIYARTO

NIM. 60600111024

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "Perbandingan Solusi Numerik Metode Romberg dan Simulasi Monte Carlo pada Penyelesaian Integral", yang disusun oleh Saudari PUJI RAHAYU, Nim: 60600111047 Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Kamis tanggal 14 Januari 2016 M, bertepatan dengan 04 Rabiul Akhir 1437 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.).

Makassar, — 14 Januari 2016 M 07 Rabiul Akhir 1437 H

DEWAN PENGUJI

Ketua : Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.A.

Sekretaris : Wahyuni Abidin, S.Pd., M.Pd.

Munaqisy I : Try Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd.

Munaqisy II : Arifin, S.Si., M.Si.

Munaqisy III : Dr. Hasyim Haddade, S.Ag., M.Ag.

Pembimbing I : Ermawati, S.Pd., M.Si.

Pembimbing II : Faihatuz Zuhairoh, S.Si., M.Sc.

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UTA Klauddin Makassar

Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag

Nip. 19691205 199303 1 001

PERSEMBAHAN

Aku persembahkan karya ini untuk kedua orang tuaku tercinta, Bapak Ismail dan Ibu Munir Umar yang selalu menjadi penyemangatku, tak henti-henti berdoa dengan sepenuh hati demi kesuksesanku..

Saudaraku Bangkit Imam Putra Setiawan terimakasih untuk doa, dukungan dan motivasinya...

Seluruh sahabat Matematika seangkatan 2011 "Limit", rasa bersama dan kekeluargaannya tak akan pernah kulupakan..

Almamater kebanggaanku, terkhusus Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar..

MOTTO

"...Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"

(Q.S Al-Mujadilah:11)

"Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit"

(Ali bin Abi Thalib)

"Sebaik-baik manusia ialah yang bermanfaat bagi yang lain"

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah Swt., yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Perbandingan Metode Pengapitan Akar (Bisection, Regula Falsi dan Secant) Persamaan Non Linear dalam Menyelesaikan Analisis Break Even". Tak lupa pula shalawat dan salam penulis kirimkan atas junjungan Nabi besar Muhammad SAW, Nabi mulia sebagai suri tauladan hingga akhir zaman.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Untuk itu, penulis menyusun skripsi ini dengan mengerahkan semua ilmu yang telah diperoleh selama proses perkuliahan. Tidak sedikit hambatan dan tantangan yang penulis hadapi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Namun, berkat bantuan dari berbagai pihak terutama do'a dan dukungan yang tiada henti dari kedua orang tua tercinta, bapak **Ismail** dan Ibu **Munir Umar** yang selalu setia memberikan motivasi dan semangat selama proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam pengungkapan, pemilihan kata-kata dan penyajian skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan saran, kritik dan segala bentuk pengarahan dari semua pihak untuk perbaikan skripsi ini. Tanpa adanya bantuan, bimbingan dan dukuran dari berbagai pihak penulis tidak akan mampu menyelesaikannya. Pada kesempatan

ini penulis ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

- Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar periode 2015-2019 atas pemberian kesempatan pada penulis untuk melanjutkan studi ini,
- 2. Bapak Irwan, S.Si,. M.Si, Ketua Jurusan Matematika sekaligus Penguji pertama, yang telah memberikan arahan dan bimbingannya selama ini,
- 3. Wahyuni Abidin, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing Pertama serta Penasehat Akademik yang telah dengan sabar meluangkan waktu, tenaga dan pikiran memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini,
- 4. Ibu Ermawati, S.Pd., M.Si, Pembimbing kedua yang telah dengan sabar meluangkan waktu, tenaga dan pikiran memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran yang sangat berharga kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini,
- 5. Adnan Sauddin, S.Si., M.Si., penguji kedua atas waktu dan ilmu yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
- 6. Muh. Rusyidi Rasyid, S.Ag., M.Ed., penguji ketiga atas waktu dan ilmu agama yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
- Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Matematika yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan ilmu, arahan dan motivasi dari awal perkuliahan hingga skripsi ini selesai,

- 8. Staff Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi yang selama ini telah membantu dalam pengurusan akademik dan persuratan dalam penulisan,
- Bangkit Imam Putra Setiawan, saudara yang saya banggakan, yang selalu mendoakan dan memberi motivasi kepada penulis,
- 10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 "L1M1T" yang selalu memberikan semangat dan inspirasi mulai dari awal perkuliahan hingga penulisan skripsi,
- 11. Kepada seluruh keluarga, sahabat dan pihak-pihak yang tidak disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala doa dan motivasinya.

Hanya doa yang bisa penulis panj<mark>atkan, se</mark>moga Allah Swt., membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang membantu atas terselesaikannya skripsi ini.

Makassar, Januari 2016

Penulis

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

Ismuniyarto
NIM.60600111024

M A K A S S A R

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERSEMBAHAN DAN MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v-vii
DAFTAR ISI	viii-ix
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1-9
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Batasan Masalah	
E. Manfaat Penelitian	
F. Sistematika Penulisan	
	,
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9-30
A. Metode Numerik	9
B. Metode Bisection	13
C. Metode Regula Falsi	18
D. Metode Secant	22
E. Break Even	25

BAB III METODE PENELITIAN	31-33
A. Jenis Penelitian	31
B. Tempat dan Waktu Penelitian	31
C. Prosedur Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34-49
A. Hasil Penelitian	34
B. Pembahasan	46
BAB V PENUTUP	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

ALAUDDIN

M A K A S S A R

DAFTAR TABEL

Ha	laman
Tabel 2.1 Hasil Perhitungan metode Bisection $x^2 - x - 2 = 0$	18
Tabel 2.2 Hasil Perhitungan metode Regula Falsi $x^2 - x - 2 = 0$	22
Tabel 2.3 Hasil Perhitungan metode Secant $x^2 - x - 2 = 0$	26
Tabel 2.4 Biaya dan keuntungan untuk dua komputer pribadi	27
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan metode Bisection	37
Tabel 4.2 Hasil perhitungan metode Regula Falsi	41
Tabel 4.3 Hasil perhitungan metode Secant	43
Tabel 4.4 Hasil dari perhitungan <i>break even</i> .	45
Tabel 4.5 Hasil perbandingan metode biseksi, regula falsi dan secant untuk	ε =
0,001	46
Tabel 4.6 Perbandingan kecepatan metode biseksi, regula falsi dan secant	46



ABSTRAK

Nama: Ismuniyarto

NIM : 60600111024

Judul: Perbandingan Metode Pengapitan Akar (Bisection, Regula Falsi, dan

Secant) Persamaan Non Linear dalam Menyelesaikan Analisis Break

Even

Metode numerik merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang sulit diselesaikan secara analitik. Persoalan dalam mencari akar persamaan sering dijumpai dalam berbagai masalah-masalah rekayasa yang nyata seperti dibidang ekonomi dan teknik. Salah satu contoh masalah rekayasa yang nyata di bidang ekonomi yang memerlukan penyelesaian numerik adalah "break even". Masalah break even dipergunakan untuk menentukan titik pada dua pilihan. Dalam penelitian ini mengemukakan tentang perbandingan tiga metode numerik yaitu metode bisection, metode regula falsi, dan metode secant. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbandingan metode bisection, regula falsi, dan secant hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode secant merupakan metode yang efisien dalam melakukan analisis break even. Hal ini ditunjukkan pada nilai galat yang diperoleh pada akhir proses iterasi menunjukkan nilai galat paling sedikit serta dalam percobaan lain, metode secant juga menunjukkan proses iterasi yang lebih sedikit dibandingkan metode yang lain

Kata kunci: Break Even, Bisection, Regula Falsi, Secant





BABI

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam matematika terapan sering ditemui masalah untuk mencari penyelesaian persamaan yang berbentuk f(x) = 0, dimana persamaan dapat berbentuk sebagai persamaan aljabar, persamaan transenden atau persamaan campuran. Nilai-nilai x yang memenuhi disebut akar persamaan. Persoalan dalam mencari akar persamaan ini sering juga dijumpai dalam berbagai masalah-masalah rekayasa yang nyata seperti di bidang ekonomi dan teknik.

Sebelum ditemukan komputer digital, terdapat sejumlah cara untuk mencari akar-akar persamaan seperti rumus kuadrat. Untuk beberapa kasus, akar-akar dapat diperoleh secara analitis, yakni penyelesaian yang dihasilkan akan memenuhi persamaan semula secara eksak. Namun masih ada banyak lagi yang kelihatannya tidak dapat diselesaikan secara analitis contohnya dalam menentukan akar-akar persamaan polinomial berderajat lebih dari 2. Dalam kasus demikian salah satu alternatif penyelesaiannya adalah dengan metode numerik, khususnya yang paling tepat metode-metode iterasi numerik. Dengan metode numerik penyelesaian yang dihasilkan dapat berupa hampiran. Metode ini sangat penting dalam terapan praktis karena para ilmuwan seringkali menghadapi masalah-masalah yang aktual dan tidak dapat diselesaikan secara analitis.

Adapun ayat yang menjelaskan tentang tidak ada masalah yang tidak dapat diatasi yaitu terdapat pada Q.S Al-Insyirah yang berbunyi sebagai berikut:

Terjemahnya:

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan". (Q.S Al-Insyirah/ 94: 5)

Ayat ini menjelaskan bahwa Allah Swt bermaksud menerangkan salah satu sunnah-Nya yang besifat umum dan konsisten yaitu setiap kesulitan disertai oleh kemudahan selama yang bersangkutan bertekat untuk menanggulanginya. Hal ini dibuktikan-Nya antara lain dengan contoh konkret pada diri pribadi Nabi Muhammad saw yang dianiaya oleh kaum musyrikin di mekah selama tiga tahun. Tetapi akhirnya tiba juga kelapangan dan jalan keluar yang selama ini mereka dambakan.¹

Berdasarkan uraian arti dan tafsiran ayat tersebut, dijelaskan bahwa setelah kesulitan akan ada kemudahan. Hal ini sejalan dengan berbagai definisi logika, yang mana logika sangat berpesan besar dalam menyelesaikan berbagai macam persoalan. Demikian pula dengan masalah matematika, ada beberapa kasus dalam matematika yang tidak semuanya dapat diselesaikan hanya dengan menggunakan logika matematika. Ketika persoalan itu muncul dan kita hanya menggunakan logika matematika untuk menyelesaikannya pasti akan mengalami berbagai kesulitan dalam pengerjaannya. Disini logika komputasi numerik hadir sebagai

.

¹ Departemen Agama RI Al-Quran dan Terjemahannya. (Semarang: PT.KaryaToha Putra Semarang, 2002), h.902

jalan keluar dari persoalan tersebut. Ini sesuai ayat diatas menjelaskan sesungguhnya dalam kesulitan ada kemudahan.

Praktek rekayasa di bidang ekonomi baik yang mensyaratkan bahwa semua proyek, produksi, dan perencanaan harus didekati dengan cara yang biaya yang efektif. Seorang ilmuwan yang terlatih baik haruslah menguasai analisa biaya. Masalah ini dinamakan "masalah break even". Masalah ini dipergunakan untuk menentukan titik pada mana dua pilihan alternatif setara. Pilihan-pilihan demikian dihadapi dalam semua bidang rekayasa. Walaupun terlihat sederhana namun akan sangat rumit apabila masalah tersebut tidak dapat diselesaikan secara analitik atau manual.

Metode analitik hadir dalam memberikan solusi penyelesaian masalah "break even" yang mana untuk menyelesaikan masalah yang membutuhkan dua pilihan alternatif setara ini metode numerik memiliki solusi. Dalam hal ini penulis Menggunakan tiga metode yang dapat menyelesaikan akar persamaan tersebut yaitu Metode Bisection, Metode Regula Falsi, dan Metode Secant.

Metode Bisection disebut juga pembagi interval atau metode yang digunakan untuk mencari akar-akar persamaan nonlinear melalui proses iterasi. Setelah diketahui dibagian mana terdapat akar, maka batas bawah dan batas atas diperbarui sesuai dengan range dari bagian yang mempunyai akar. Asumsi awal yang harus diambil adalah "menebak" interval awal [a, b] dimana f(x) adalah kontinu padanya, demikian pula harus terletak "mengapit" (secara intiutif) nilai akar a.

Metode Regula Falsi disebut juga metode interpolasi Linear yaitu metode yang digunakan untuk mencari akar-akar persamaan nonlinear melalui proses iterasi dengan sebuah persamaan. Seperti halnya metode Bisection, metode ini bekerja secara iterasi dengan melakukan update range.

Metode secant merupakan perbaikan dari metode regula-falsi dan newton raphson dimana kemiringan dua titik dinyatakan sacara diskrit, dengan mengambil bentuk garis lurus yang melalui satu titik, yakni menganti diferensial dengan pendekatan turunan dengan menggunakan pendekatan akar.

Adapun ayat yang menjelaskan tentang perbandingan yaitu terdapat pada Q.S Muhammad/47:3 yang berbunyi :

Terjemahnya:

"Yang demikian adalah karena sesungguhnya orang-orang kafir mengikuti yang bathil dan sesungguhnya orang-orang mukmin mengikuti yang haq dari Tuhan mereka. Demikian Allah membuat untuk manusia perbandingan-perbandingan bagi mereka"²

Dan dijelaskan juga dalam (Q.S Al-an'am/06:160) yang berbunyi:

² Departemen Agama RI Al-Quran dan Terjemahannya. (Semarang: PT.KaryaToha Putra Semarang, 2002), h.731

"Barang siapa membawa amal yang baik, maka baginya (pahala) sepuluh kali lipat amalanya, dan barang siapa yang membawa perbuatan jahat maka dia tidak diberi pembalasan melainkan seimbang dengan kejahatannya,

sedang mereka sedikitpun tidak dianiaya (dirugikan)."³

Ayat ini menjelaskan tentang pahala berlipat ganda yang diberikan kepada siapa saja yang berbuat baik. Tetapi bagi yang melakukan dosa,Allah Swt akan menghukum mereka setara dengan perbuatan dosanya. Sebagai suatu kepastian akan kebesaran dari rahmat dan kemurahan-Nya, Allah Swt memberikan balasan atas perbuatan baik lebih dari yang dilakukan, dan mengampuni kesalahan para pendosa. Dan apabila menghukum seseorang, Allah swt menghukum hanya sebanyak apa yang memang layak diterimanya. ⁴

Berdasarkan uraian arti tafsiran ayat tersebut, dijelaskan bahwa pahala yang belipat ganda akan diberikan kepada orang yang melakukan perbuatan baik dan menghukum yang melakukan dosa sesuai perbuatan yang mereka lakukan. Hal ini sejalan dengan perbandingan metode-metode yang ingin penulis bandingkan. Setiap metode memiliki keunggulan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Penelitian tentang "Analisis Pulang-Pokok (*Break Even*)" sebelumnya telah pernah diteliti oleh Nur Insani pada tahun 2006. Dalam penelitiannya Nur insani

³ Departemen Agama RI *Al-Quran dan Terjemahannya*. (Semarang: PT.KaryaToha Putra Semarang, 2002), h.201

-

⁴ Allamah Kamal Faqih Imani, *Tafsir Nurul Quran (Sebuah Tafsir Sederhana Menuju Cahaya Al-Qur'an)* (Jakarta: Al-huda,2004),h. 365.

menyimpulkan bahwa, dengan menggunakan salah satu metode yaitu metode bagi dua Nur Insani dapat menyelesaikan masalah untuk menentukan titik pada dua pilihan alternative setara, yang sebelumnya dikonversi kesuatu ukuran yang dapat dibandingkan dan akhirnya masalah tersebut direduksi menjadi masalah pencarian akar persamaan.

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik membahas kembali penerapan yang telah sebelumnya dibahas oleh Nur Insani, namun peneliti tertarik dengan menambahkan 2 metode yang berbeda dari penelitian sebelumnya sehingga penerapan pada Break-Even dianalisis dengan mengunakan 3 metode pengapitan akar. Oleha karena itu peneliti tertarik menggangkat judul "Perbandingan Metode Pengapitan Akar (Bisection, Regula Falsi, dan Secant) Persamaan Non Linear dalam Menyelesaikan Analisis Break Even"

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitan ini adalah bagaimana perbandingan hasil Metode Bisection, Metode Regula Falsi, UNIVERSITAS SLAM NEGERI dan Metode Secant dalam menyelesaikan analisis Break Even?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil dari Metode Bisection, Metode Regula Falsi dan Metode Secant dalam menyelesaikan analisis Break Even.

D. Batasan Masalah

Dalam hal ini permasalahan yang dibahas terbatas hanya contoh kasus yang sama pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nur Insanipada Seminar

Nasional MIPA Yogyakarta tanggal 1 Agustus 2006, dan software yang digunakan adalah MATLAB R2008

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Peneliti menjadikan hasil penelitian ini sarana evaluasi terhadap kemampuan dalam mengaplikasikan teori-teori dalam mata kuliah yang berkaitan dengan numerik.

2. Bagi Pembaca

Penelitian ini dapat dijadikan bahan pustaka bagi pembaca yang ingin mengetahui perbandingan metode Bisection dan Metode regulasi falsi.

F. Sistematik Penulisan

Untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai rancangan isi karya tulis ini, secara umum dapat dilihat dari sistematik penulisan dibawah ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Bagian ini merupakan bab pendahuluan yang berisi tentang Latar Belakang, rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, dan Sistematik Penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bagian ini merupakan bab kajian pustaka yang berisi konsep-konsep yang menjadi landasan pembahasan masalah yang membuat pembahasan Analisis Pulang-Pokok dengan metode Bisection, metode Regulasi Falsi, dan metode Secant

BAB III : METODE PENELITIAN

Bagian ini merupakan bab metode penelitian yaitu studi pustaka

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini merupakan bab hasil dan pembahasan yang berisi tentang perbandingan metode bisection, metode regula falsi, dan metode secant dalam menyelesaikan anlisis break even.

BAB V : PENUTUP

Bagian ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran terkait hasil perbandingan antara metode bisection, metode regula falsi, dan metode secant dalam menyelesaiankan analisis break even.

DAFTAR PUSTAKA:

Bagian ini berisi tentang sumber-sumber referensi yang sesuai topik materi pokok pembahasan materi.

LAMPIRAN:

Bagian ini berisi tentang script program dan outpunya untuk metode bisection, metode regula falsi, dan metode secant.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Metode Numerik

Metode numerik adalah satu-satunya metode alternatife yang ada dalam upaya menyelesaikan persoalan-persoalan matematis. Metode yang lain dikenal sebutan metode analitik. Ada dua alasan umum mengapa pilihan dijatuhkan kepada metode numerik. Alasan pertama metode ini memberikan keefesienan dan keefektipan didalam menyelesaikan persoalan-persoalan matematis dikarenakan berkembannya perangkat keras dan lunak computer akhir-akhir ini. Alasan lain adalah metode numerik memungkinkan untuk mengkaji parametrik dari persoalan dengan medan yang bersifat sembarang. Alasan yang terakhir ini lebih bermakna ketidakmampuan metode analitik untuk menyelesaikan persolan-persoalan matematis aplikasi yang kompleks.⁵

Persamanan non-linier adalah suatu persamaan untuk mencari akar x sehingga f(x) = 0, fungsi ini tidak mempunyai rumus tertentu sehingga untuk mendapatkn nilai akarnya digunakan beberapa metode pendekatan. Persamaan dengan sistem ini terdiri dari himpunan-himpunan nilai x yang secara simultan atau bersama-sama memberikan semua persamaan tersebut nilai yang sama dengan nol, serta penentuan akar-akar satu persamaan tunggal. Suatu masalah yang berkaitan

 $^{^5} Jack, ``Metode\ Numerik\ Buku\ Ajar\ Unila.pdf'`.\ https://matematikaindo.files.wordpress..com/\ 2010/04/metode-numerik-buku-ajar-unila.pdf\ (15 Agustus\ 2015).$

dengan penyelesaian sistem ini adalah bagaimana melokasikan akar-akar himpunan persamaan non-linier.⁶

Dalam metode numerik, pencarian akar f(x) = 0 dilakukan secara lelaran (iteratif). Sampai saat ini sudah banyak ditemukan metode pencarian akar. Secara umum semua metode pencarian akar tersebut dapat dikelompokan menjadi 2 golongan besar

1. Metode tertutup atau metode pengurung (bracketing method)

Metode yang termasuk kedalam golongan golongan ini mencari akar didalam selang [a, b] sedah dipastikan berisi minimal satu buah akar, Karena itu metode jenis ini selalu berhasil menemukan akar. dengan kata lain, lelarahannya selalu konvergen ke akar, karena itu metode tertutup kadang-kadang dinamakan juga metode konvergen.

2. Metode terbuka

Berbeda dengan metode tertutup, metode terbuka tidak memerlukan selang [a, b] yang mengandung akar. yang diperlukan adalah tebakan awal akar, lalu dengan prosedur lelaran kita menggunakannya untuk menghitung hampiran akar yang baru. Pada setiap kali lelaran, hamper akar yang lama dipakai untuk menghitung hampiran akar yang baru. Mungkin saja hampiran akar baru mendekati akar yang sejati (konvergen), atau juga

⁶ Asminah. dkk, Implementasi Dana Analisis Tingkat Akurasi Software Penyelesaian Persamaan Non Linear Dengan Metode Fixed Point Iteration Dan Metode Bisection, Seminar Nasional Informatika, ISSN: 1979-2328, h. A1-A8

menjauhinya (divergen). Karena itu, metode terbuka tidak selalu berhasil menemukan akar, kadang-kadang konvergen, kadalngkala divergen

Seperti yang telah dijelaskan, metode tertutup memerlukan selang [a,b] yang mengandung akar, sebagaimana namanya, selang tersebut "mengurung" akar sejati. Tata-acang (stategy) yang dipakai adalah mengurangi lebar selang secara sistematis lebar selang tersebut semakin sempit, dan karenanya menuju akar yang benar.⁷

Galat atau biasa disebut *error* dalam metode numerik adalah selisih antara yang ditimbulkan antara nilai sebenanrnya dengan nilai yang dihasilkan dengan metode numerik. Dalam metode numerik, hasil yang diperoleh bukanlah hasil yang sama persis dengan nilai sejatinya. Akan selalu ada selisih, karena hasil yang didapat dengan metode numerik merupakan hasil yang diperoleh dengan proses iterasi (*looping*) untuk menghampiri nilai sebenarnya. Walaupun demikian bukan berarti hasil yang didapat dengan metode numerik salah. karena galat tersebut dapat ditekan sekecil mungkin sehingga hasil yang didapat sangat mendekati nilai sebenarnya atau bisa dikatakan galatnya mendekati nol.⁸

Dalam pembagiannya galat dibagi atas beberapa jenis, diantaranya:

1) Galat Mutlak / A K A S S A R

Munir Rinaldi, Metode Numerik Revisi kedua (Bandung: Informatika, 2008),hal.62
 ⁸Zain Elhasany, "Contoh Daftar Pustaka Makalah Dan Skripsi", Artikel Ilmiah Lengkap, diakses dari http://www.scribd.com/doc/92181730/METODE-NUMERIK#scribd, pada tanggal 11
 Oktober 2015 pukul 21.11

Kesalahan mutlak dari suatu angka, pengukuran, atau perhitungan adalah perbedaan numerik nilai sesungguhnya terhadap nilai pendekatan yang diberikan, atau yang diperoleh dari hasil perhitungan atau pengukuran.

Kesalahan (Error) = Nilai Eksak – Nilai perkiraan

Jika a^* adalah hampiran dari nilai eksak a maka galat mutlak dari a adalah $E = |a-a^*|$ yang berarti selisih antara nilai eksak dengan nilai galat. 9 Contoh 2.1

 $x = 3.141592 \ danx^* = 3.14 \ maka \ galat \ mutlak \ adalah \ E = x - x^* = 3.141592 - 3.140000 = 0.001592$

2) Galat Relatif

Kesalahan relative (relative error) yaitu kesalahan absolut dibagi dengan nilai sebenarnya. Karena nilai sebenarnya tidak diketahui maka digunakan nilai pendekatan.¹⁰

$$e = \frac{E}{A} = \frac{a - a^*}{a} = \frac{Galat}{NilaiEksak}$$

UNIVERSITAS ISLAM NEGER

Contoh 2.2

$$e = \frac{a - a^*}{a} = \frac{0.001592}{3.141592} = -0.000507$$

 9 Pujiyanta Ardi, *Komputasi Numerik dengan Matlab*, (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007),hal. 16-17.

 $^{^{10}}$ A. Salusu, $Metode\ Numerik\ dilengkapi\ dengan\ Animasi\ Matematika\ dan\ Panduan\ singkap\ Maple.$ (Yogyakakrta : Graha Ilmu), h.6

B. Metode Bisection

Metode bisection adalah metode pencarian akar paling sederhana. Akar dicari pada interval x_a dan x_b , dimana nilai $f(x_a)$ dan $f(x_b)$ mempunyai beda tanda. Jika pada suatu fungsi berubah tanda suatu selang, maka nilai fungsi dihitung pada titik tengah. Kemudian lokasi akar ditentukan pada titik tengah selang bagian tempat terjadinya perubahan tanda. 11

Tahap pertama proses adalah menetapkan nilai sembarang a dan b sebagai batas segmen nilai fungsi yang dicari. Batasan a dan b memberikan harga bagi fungsi f(x) untuk x = a dan x = b. langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah $f(a) \cdot f(b) < 0$.

Apabila terpenuhi syarat tersebut terpenuhi berarti terdapat akar fungsi dalam segmen tinjauan. Jika tidak demikian, harus ditetapkan kembali nilai a dan b sedemikian rupa sehingga terpenuhi ketentuan perkalian $f(a) \cdot f(b) < 0$

Dengan rumusan $m=\frac{a+b}{2}$, diperiksa apakah nilai mutlak $<10^{-3}$ (batas simpangan kesalahan). Jika benar, nilai x=m adalah solusi yang dicari. Jika tidak terpenuhi, ditetapkan batas baru dengan mengganti nilai b=m apabila $f(a)\cdot f(m)<0$, dan mengganti a=m bila $f(a)\cdot f(m)>0$, proses menentukan m baru dilakukan seperti prosedur yang telah dijelaskan. f(a)

1. Algoritma metode Bisection

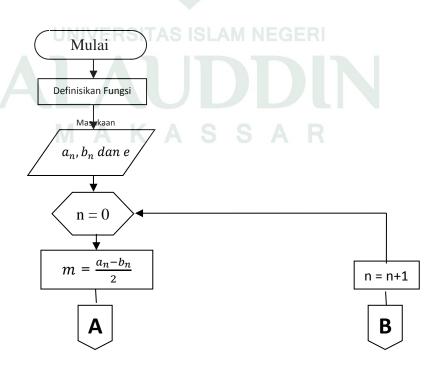
25-39

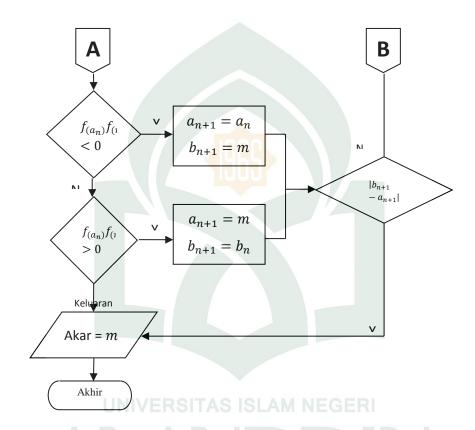
 $^{^{11}\,\}mathrm{P.}$ Buyung Kosasih, Komputasi Numerik teori dan Aplikasi. (Yogyakarta : Andi, 2006), h.120

¹² Pujiyanta Ardi, *Komputasi Numerik dengan Matlab,* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007),hal.

- a. Definisikan fungsi f(x)
- b. Masukkan nilai batas a_n dan b_n
- c. Untuk n = 0,1,2,3 ... sampai selesai \leftarrow kriteria pemutusan.
- d. Ambil $m = \frac{a_n + b_n}{2}$ iterasi (bil. Kecil tertentu).
- e. Kalau $f(a_n)f(m) < 0$, maka $a_{n+1} = a_n$, $b_{n+1} = m$.
- f. Jka $f(a_n)f(m) > 0$, maka $a_{n+1} = m$, $b_{n+1} = b_n$.
- g. Jika $f(a_n)f(m)=0$, maka m merupakan akarnya, hentikan perhitungan
- h. Periksa nilai $|b_{n+1}-a_{n+1}|$ jika > dari nilai e maka perrhitungan dihentikan, jika tidak maka ulangi langkah c-h sampai syaratnya terpenuhi dengan menambahkan n+1

2. flowchart metode Bisection





3. Untuk kasus persamaan non linear $f(x) = x^2 - x - 2 = 0$, dengan

$$[a,b] = [0,3] \operatorname{dan} \varepsilon = 0.001$$

Uji Syarat:

$$f(a) \cdot f(b) = -2 \cdot 4 = -8$$

 $f(a) \cdot f(b) < 0$ maka terdapat akar pada interval [0,3]

Iterasi 1:

Interval [0,3]

a=0,dan b=3

$$m = \frac{a+b}{2} = \frac{0+3}{2} = 1.5$$

$$f(a) = f(0) = 0^2 - 0 - 2 = 0$$

$$f(m) = f(1,5) = 1,5^2 - 1,5 - 2 = -1,25$$

 $f(a_0) \cdot f(m) = 2.5 > 0$ artinya terjadi pergantian a = m

 $e_r=1>arepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval [(1,5), 3]

Iterasi 2:

Interval [(1,5),3]

a=1,5, b=3 NIVERSITAS ISLAM NEGERI

$$m = \frac{a+b}{2} = \frac{1,5+3}{2} = 2,25$$

$$f(a) = f(1,5) = 1,5^2 - 1,5 - 2 = -1,25$$

$$f(m) = f(1.5) = 1.5^2 - 1.5 - 2 = 0.81250$$

 $f(a) \cdot f(m) = -1,01563 < 0$ artinya terjadi pergantian b = m

 $e_r=0.3333>arepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar dalam [(2,25), 1,5]

Iterasi 3:

Interval [(2,25), 1,5]

$$a = 1.5$$
, dan $b = 2.25$

$$m = \frac{a+b}{2} = 1,875$$

$$f(a) = f(2,25) = -1,25$$

$$f(m) = f(1,875) = -0,35938$$

$$f(a) \cdot f(m) = 0.44922 > 0$$
 artinya terjadi pergantian $a = m$

 $e_r=0.2>arepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Untuk nilai pada iterasi (i) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut .

Tabel 2.1 Hasil Perhitungan metode Bisection $x^2 - x - 2 = 0$

i	a_n	b_n	$f_{(a_n)}$	M	$f_{(m)}$	$f_{(a_n)}.f_{(m)}$	e_r
1	1,50000	3,00000	-2,00000	1,5	-1,25	2,5	1
2	1,50000	2,25000	-1,25000	2,25	0,81250	-1,01563	0,3333
3	1,87500	2,25000	-1,25000	1,875	-0,35938	0,44922	0,2
4	1,87500	2,06250	-0,35938	2,0625	0,19141	-0,06879	0,09091
5	1,96875	2,06250	-0,35938	1,96875	-0,09277	0,03334	0,04762
6	1,96875	2,01563	-0,09277	2,01563	0,04712	-0,00437	0,02336
7	1,99219	2,01563	-0,09277	1,99219	-0,02338	0,00217	0,01176
8	1,99219	2,00391	-0,02338	2,00391	0,01173	-0,00027	0,00585

9	1,99805	2,00391	-0,02338	1,99805	-0,00586	0,00014	0,00293
10	1,99805	2,00098	-0,00586	2,00098	0,00293	-0,00002	0,00146
11	1,99951	2,00098	-0,00586	1,99951	-0,00146	0,00001	0,00073

Pada Iterasi ke—11, selisih interval < 0,001 dengan nilai akar persamaannya adalah 1,99951

C. Metode Regulasi Falsi

Metode ini merupakan alternative perbaikan pada pengertian grafis. Kekurangan metode ini adalah dalam membagi selang mulai dari x_i sampau x_u menjadi paruhan sama, besaran $f_{(x_i)}$ dan $f_{(x_u)}$ tidak diperhitungkan.

Metode alternative yang memanfaatkan pengertian grafis ini adalah menghubungkan titik-titik itu dengan sebuah garis lurus. Perpotongan garis ini dengan sumbu x merupakan tafsiran akar yang diperbaiki. Kenyataan bahwa pengertian kurva oleh garis lurus memberikan suatu "posisi palsu" dari akar merupakan asal mula dari nama metode posisi palsu yang disebutkan juga metode interpolasi linear

Proses dengan cara ini memberikan perhitungan yang lebih cepat dibandingkan dengan metode bisection. Pada algoritma proses memang dihentikan jika dicapai nilai mutlak $f(m) < 10^{-6}$.

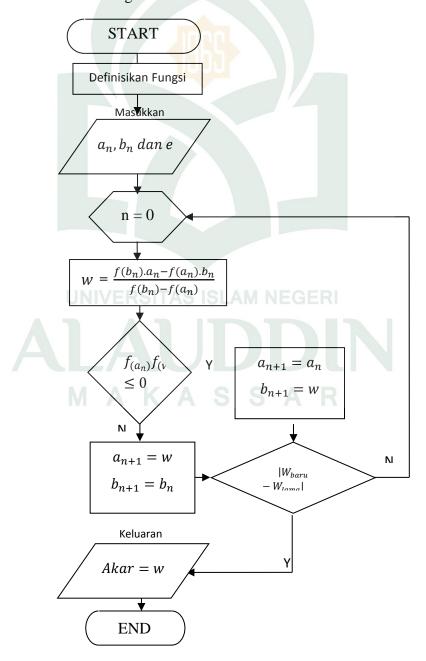
1. Algoritma metode Regula Falsi

- a. Definisikan fungsi f(x)
- b. Masukkan nilai batas a_n dan b_n

 13 Pujiyanta Ardi, $\it Komputasi Numerik dengan Matlab, (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007),hal. 42-51$

- c. Untuk $n = 0,1,2, \dots$ sampai selesai.
- d. Hitung $w = \frac{f(b_n).a_n f(a_n).b_n}{f(b_n) f(a_n)}$.
- e. Jika $f(a_n)f(w) \le 0$, ambil $a_{n+1} = a_n$, $b_{n+1} = W$.
- f. Jika tidak diambil $a_{n+1} = W$, $b_{n+1} = b_n$.
- g. Jika $|w_{i+1} w_i| > \text{error. Maka akar} = w$
- h. Jika belum, makan ulangi langkah 1-5 dengan n=n+1

2. Flow Chat metode Regula Falsi



3. Untuk kasus persamaan non linear $f(x) = x^2 - x - 2 = 0$, dengan [a, b] = [0, 3] dan $\varepsilon = 0,001$

Uji Syarat:

$$f(a) \cdot f(b) = -2 \cdot 4 = -8$$

 $f(a) \cdot f(b) < 0$ maka terdapat akar pada interval [0,3]

Iterasi 1

$$f(a) = f(0) = 0^2 - 0 - 2 = -2$$

$$f(b) = f(3) = 3^2 - 3 - 2 = 4$$

$$w = \frac{f(b_n).a_n - f(a_n).b_n}{f(b_n) - f(a_n)} = 1$$

$$f(w_l) = f(1) = -2$$

 $f(a). f(w_1) = 4 > 0$ artinya terjadi pergantian a = m

 $e_r=1>arepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval [2, 6]

Iterasi 2

$$f(a) = f(2) = -2$$

$$f(b) = f(b) = 4$$

$$w = \frac{f(b_n) \cdot a_n - f(a_n) \cdot b_n}{f(b_n) - f(a_n)} = 1,66667$$

$$f(w_1) = f(1,66667) = -0,88889$$

 $f(a_0).f(w_1)=1,77778 > 0$ artinya terjadi pergantian a=m

 $e_r=0.4>\varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Maka Inteval baru [a:b] = [1,66667 : 3]

Iterasi 3

$$f(a) = f(1,66667) = 0.88889$$

$$f(b) = f(3) = 4$$

$$W = \frac{f(b_n).a_n - f(a_n).b_n}{f(b_n) - f(a_n)} = 1,90909$$

$$f(w_l) = f(1,90909) = -0.26446$$

f(a). $f(w_1)=0.23508 > 0$ artinya terjadi pergantian a=m

 $e_r=0.12698>\varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Maka Inteval baru [a:b] = [1,66667:3]

Untuk nilai pada iterasi (i) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan metode Regula Falsi $x^2 - x - 2 = 0$

i	a_n	b_n	$f_{(a_n)}$	$f_{(b_n)}$	W	$f_{(w)}$	$f_{(a_n)}f_{(m)}$	e_r
1	1	3	-2	4	1	-2	4	1
2	1,66667	3	-2	4	1,66667	-0,88889	1,77778	0.,4
3	1,90909	3	-0,88889	4	1,90909	-0,26446	0,23508	0,12698
4	1,97674	3	-0,26446	4	1,97674	-0,06923	0,01831	0,03422
5	1,99415	3	-0,06923	4	1,99415	-0,01751	0,00121	0,00873
6	1,99854	3	-0,01751	4	1,99854	-0,00439	0,00008	0,00219
7	1,99963	3	-0,00439	4	1,99963	-0,00110	0	0,00055

Pada Iterasi ke-7, selisih interval < 0,001 dengan nilai akar persamaannya adalah 1,99963

D. Metode Secant

Misalkan kita asumsikan bahwa f(x) adalah linear di sekitar akar x_r . Sekarang kita pilih titik lain x_1 , yang dekat dengan x_0 dan juga dekat dengan x_r (yang sebelumnya kita belum tahu). ¹⁴

Salah satu permasalahan yang mungkin timbul pada metode Newton-Raphson adalah dalam evaluasi deriatif/turunan. Untuk itu digunakan metode secant, yakni mengganti diferensial dengan pendekatan turunan.

$$f'(x_i) \cong \frac{f(x_{i-1}) - f(x_i)}{x_{i-1} - x_i}$$

dengan menggunakan pendekatan akar akan menjadi:

$$x_{i-1} = x_i - \frac{(x_i - x_{i-1})}{f(x_i) - f(x_{i-1})} \cdot f(x_i)$$

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

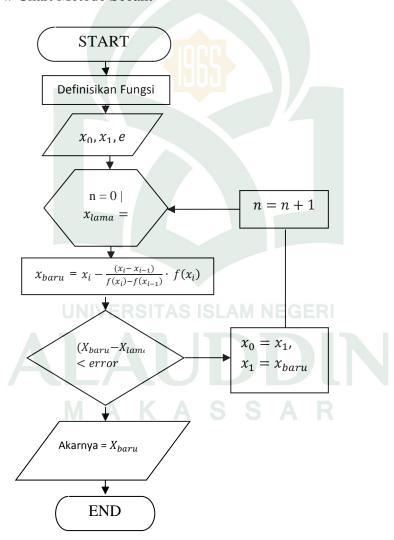
1. Algoritma Metode Secant

- a. Tentukan x_0 , x_{1} , dan ε
- b. Untuk n = 0,1,2,... sampai selesai.
- c. Hitung $X_{baru} = x_i \frac{(x_i x_{i-1})}{f(x_i) f(x_{i-1})} \cdot f(x_i)$.

¹⁴ Agus Setiawan, *Pengantar Metode Numerik*. (Yogyakarta:Andi), h.36

- d. Jika nilai mutlak $(X_{baru}-X_{lama})$ <error, diperoleh X_{baru} sebagai hasil perhitungan.
- e. Jika tidak, lanjutkan kelangkah dengan $x_0 = x_1, x_1 = x_{baru}$
- f. Lanjutkan langkah b-e sampai syarat d terpenuhi,, dan menambahkan n+1

2. Flow Chart Metode Secant



3. Untuk kasus persamaan non linear $f(x) = x^2 - x - 2$ dengan a = 0, b =

$$3 \operatorname{dan} \epsilon = 0.001$$

Iterasi 1

$$f(a) = f(0) = 0^2 - 0 - 2 = -2$$

$$f(b) = f(3) = 3^2 - 3 - 2 = 4$$

$$x_{baru} = 3 - \frac{(3-0)}{(-2)-4} \cdot 4 = 1$$

$$e_r=1\,>0,\!001$$
maka $a=3$, $b=1$

Iterasi 2

$$f(a) = f(3) = 3^2 - 3 - 2 = 4$$

$$f(b) = f(1) = 1^2 - 1 - 2 = -2$$

$$x_{baru} = 1 - \frac{(1-3)}{(-2)-4} \cdot -2 = 1,66667$$

$$e_r=~0.4>0.001$$
maka $\alpha=1$, $b=166667$

Iterasi 3

$$f(a) = f(1) = 1^2 - 1 - 2 = -2$$

$$f(b) = f(1,66667) = 1,66667^2 - 1,66667 - 2 = -0,88889$$

$$x_{baru} = 1,66667 - \frac{(1,66667-1)}{1,66667-(-2)} \cdot 1,66667 = 2,2$$

$$e_r = 0.24242 > 0.001$$
 maka $a = 1.66667$, $b = 2.2$

Untuk nilai pada iterasi (i) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan metode Secant $x^2 - x - 2 = 0$

i	a_n	b_n	$f_{(a_n)}$	$f_{(b_n)}$	h	e_r
1	0	3	-2	4	1	1
2	3	1	4	-2	1,66667	0,4
3	1	1,66667	-2	-0,88889	2,2	0,24242
4	1,6667	2,2	-0,88889	0,64	1,97674	0,11294
5	2,2	1,976474	0,64	-0,06923	1,99854	0,01090
6	1,97674	1,99854	-0,06923	-0,00439	2,00001	0,00074

Pada Iterasi ke-6, selisih interval < 0,001 dengan nilai akar persamaannya adalah 2,00001

E. Break even

Praktek rekayasa di bidang ekonomi baik yang mensyaratkan bahwa semua proyek, produksi, dan perencanaan harus didekati dengan cara yang biaya yang efektif. Seorang ilmuwan yang terlatih baik haruslah menguasai analisa biaya. Masalah ini dinamakan "masalah pulang-pokok". Masalah ini dipergunakan untuk menentukan titik pada mana dua pilihan alternatif setara. Pilihan-pilihan demikian dihadapi dalam semua bidang rekayasa. Walaupun terlihat sederhana namun akan sangat rumit apabila masalah tersebut tidak dapat diselesaikan secara analitis atau manual. Salah satu alternative penyelesaian masalah ini adalah dengan metode numerik. Berikut salah satu contoh penerapan Metode Bagi-Dua dalam penyelesaian "masalah pulang-pokok".

Tabel 2.4 Biaya dan keuntungan untuk dua komputer pribadi.

	Komputer	
	Pentium	AMD
Biaya Pembelian. \$	-3000	-10.000
Bertambahnya Biaya Perawatan/thn,\$	-200	-50

Keuntungan dan Kenikmatan tahunan. \$/thn	1000	4000

Ket: Tanda negatif menunjukkan biaya atau kerugian, sedangkan tanda positif menunjukkan keuntungan.

Asumsi seorang karyawan X sedang mempertimbangkan untuk membeli salah satu dari dua komputer pribadi "Pentium" dan "AMD". Taksiran biaya dan keuntungan untuk tiap komputer ditunjukkan pada tabel 2.4. Jika saat ini dana dapat dipinjam dengan tingkat bunga 20% i=0,20, berapa lama mesin-mesin harus dimiliki sehingga mesinmesin tersebut akan mempunyai nilai setara? Dengan kata lain, berapa lama titik pulang-pokoknya jika diukur dalam tahun?

Seperti umumnya dalam masalah ekonomi, X mempunyai suatu campuran biaya sekarang dan mendatang. Misalnya, pembelian mesin Pentium menyangkut pengeluaran awal \$3000. Selain dari biaya pengeluaran satu kali ini harus pula dikeluarkan uang setiap tahun untuk merawat mesin. Karena biaya yang demikian cenderung bertambah seiring dengan makin tuanya komputer, maka biaya perawatan dianggap bertambah secara linier terhadap waktu. Misalnya setelah 10 tahun diperlukan \$200 tiap tahun untuk menjaga agar mesin dalam kondisi kerja. Akhirnya di samping biaya-biaya tersebut, X akan juga akan menarik manfaat dengan memiliki komputer tersebut. Keuntungan tahunan dan kenikmatan yang diperoleh dari Pentium dicirikan oleh suatu pendapatan tahunan sebesar \$1000 tiap tahun.

Agar dapat mempertimbangkan dua pilihan ini, biaya-biaya ini harus dikonversi ke ukuran yang dapat dibandingkan. Satu cara untuk melakukan ini adalah dengan mengungkapkan semua biaya individual sebagai pembayaran tahunan yang setara, yakni nilai dollar tahunan yang setara selama rentang hidup komputer. Keuntungan dan kenikmatan tahunan sudah dalam bentuk ini. Rumus ekonomi tersedia untuk mengungkapkan biaya-biaya pembelian dan perawatan dengan cara yang serupa. Misalnya, biaya pembelian awal dapat ditransformasikan ke dalam serangkaian pembayaran tahunan seragam dengan rumus.

$$A_p = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Dimana:

 A_p = Besarnya Pembayaran tahunan (annual payment).

P = biaya pembelian.

i = tinggat bunga.

n =banyaknya tahun.

Artinya bahwa X bersedia meminjam uang sejumlah P untuk membeli komputer dan setuju untuk mengembalikan dalam n pembayaran tahunan dengan suku bunga i. Misalnya, pembayaran awal untuk Pentium adalah \$-3000, dimana tanda negatif menunjukan kerugian bagi X. Jika tingkat bunga adalah 20 persen (i = 0.20) maka

$$A_p = -3000 \frac{0.20(1+0.20)^n}{(1+0.20)^{n-1}}$$
 (2.1)

Misalnya jika pembayaran awal harus disebar selama 10 tahun (n = 10), maka rumus ini dapat dipakai untuk menghitung pembayaran tahunan yang setara adalah \$715,57 tiap tahun

Dibidang ekonomi, pembayaran/ biaya perawatan yang bertambah pada suatu laju konstan G menurut pertambahan waktu dinamakan deret hitung gradient. Konversi deret yang demikian menjadi laju tahunan A_m dapat dilaksanakan dengan rumus ekonomi.

$$A_m = G\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1}\right] \tag{2.2}$$

Dimana:

 A_m = Biaya pemeliaharaan

G = Pertambahan perawatan

i = tinggat bunga.

n = banyaknya tahun.

Misalnya X harus membayar biaya perawatan untuk pentium sebesar \$200 tiap tahun dengan tingkat bunga 20%, maka setelah mensubstitusikan nilai pada persamaan (2.2) diperoleh

$$A_m = -200 \left[\frac{1}{0.2} - \frac{n}{(1+0.2)^n - 1} \right] \tag{2.3}$$

Selanjutnya hitung harga total dengan menggabungkan persamaan (2.1) dan (2.3) untuk mendapatkan nilai tiap komputer dalam bentuk serangkaian pembayaran yang seragam, maka untuk Pentium diperoleh

$$A_t = -3000 \frac{0.20(1+0.20)^n}{(1+0.20)^{n-1}} - 200 \left[\frac{1}{0.2} - \frac{n}{(1.2)^{n-1}} \right] + 1000$$
(2.4)

Harga total = biaya pembelian – biaya pemeliaharaan + keuntungan/laba

Dimana A_t menyatakan nilai total tahunan. Persamaan ini dapat disederhanakan menjadi

$$A_t = \frac{-600(1+0.20)^n}{(1,2)^{n-1}} + \frac{200n}{1,2^{n-1}}$$
 (2.5)

Dengan mensubtitusikan n = 2 kedalam persamaan akan memberikan hasil yang jika X memutuskan untuk membuang Pentium setelah memilikinya hanya 2tahun, maka X akan menghabiskan biaya sebesar \$1055 tiap tahun. Jika komputer dibuang setelah 10 tahun. Persamaan 2.5 memberi indikasi bahwa biaya akan sebesar \$30 tiap tahun.

Serupa untuk AMD berdasarkan persamaan (2.4) persamaan utuk nilai tahunan dapat dikembangkan seperti dalam

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^n}{(1,2)^n - 1} + \left[\frac{50n}{(1,2)^n - 1}\right] + 3750 \tag{2.6}$$

Nilai-nilai untuk persamaan (1.6) untuk n=10 adalah \$-2568 dan \$+1461 tiap tahun. Jadi walaupun AMD lebih mahal berdasarkan jangka

pendek, jika dimiliki cukup lama, tidak hanya akan lebih hemat biaya tetapi sebenarnya akan menghasilkan uang untuk X.

Dari sudut matematis, titik pulang-pokok (titik impas-break event) adalah nilai n dimana persamaan (2.5) dan (2.6) setara, yaitu

$$\frac{-600(1+0.20)^n}{(1,2)^n-1} + \frac{200n}{1,2^n-1} = \frac{-2000(1,2)^n}{(1,2)^n-1} + \left[\frac{50n}{(1,2)^n-1}\right] + 3750$$
 (2.7)

Dengan membawa suku persamaan ini kesatu ruas persamaan (2.7) direduksi menjadi pencarian akar dari

$$f(n) = \frac{-1400(1,2)^n}{(1,2)^n - 1} - \left[\frac{150n}{(1,2)^n - 1}\right] + 3750 \tag{2.8}$$

Akar-akar persamaan (1.8) tidak dapat ditentukan secara analitis. Dilain pihak pembayaran tahunan yang setara mudah dihitung untuk suatu n yang diberikan. Jadi, masalah ini menciptakan kebutuhan untuk pendekatan numerik. 15



-

¹⁵ Insani Nur, "Penerapan Metode bagi-Dua (Bisection pada Analisis Pulang-Pokok (Break Even)", Artikel Ilmiah Lengkap , diakses dari http://eprints.uny.ac.id/11966/1/M-18%20Nur%20Insani.pdf, pada tanggal 11 Oktober 2015 pukul 23.11

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis adalah metode terapan, yaitu metode yang bertujuan untuk mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober samapi Desember 2015.

Adapun lokasi penelitian adalah perpustakaan UIN Alauddin Makassar yang memiliki buku-buku yang berkaitan dengan judul penelitian.

C. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang digunakan peneliti untuk membandingkan hasil dari Metode Bisection, Metode Regula Falsi dan Metode Secant dalam menyelesaikan Analisis Break Even

- a. Menyelesaikan analisis break even menggunakan metode bisection
 - 1) Mendefinisikan fungsi $f_{(x)}$ yang diperoleh dari persamaan 2.8
 - 2) Menentukan nilai batas bawah (a), batas atas (b)dan besar galat (e) terlebih dahulu
 - 3) Menentukan nilai x yang memenuhi $f_{(x)} = 0$ dimana $f_{(x)}$ diperoleh dari persamaan 2.8 dan nilai batas atas, batas bawah, serta nilai e dan dikerjakan berdasarkan algoritma Bisection.
 - 4) Mendapatkan Hasil Perhitungan

- b. Menyelesaikan analisis break even menggunakan metode Regula Falsi
 - 1) Mendefinisikan fungsi $f_{(x)}$ yang diperoleh dari persamaan 2.8.
 - 2) Menentukan nilai batas bawah (a), batas atas (b)dan besar galat (e) terlebih dahulu.
 - 3) Menentukan nilai x yang memenuhi $f_{(x)} = 0$ dimana $f_{(x)}$ diperoleh dari persamaan 2.8 dan nilai batas atas, batas bawah, serta nilai e dan dikerjakan berdasarkan algoritma Regula Falsi.
 - 4) Mendapatkan Hasil Perhitungan
- c. Menyelesaikan analisis break even menggunakan metode Secant
 - 1) Mendefinisikan fungsi $f_{(x)}$ yang diperoleh dari persamaan 2.8.
 - 2) Menentukan nilai batas bawah (x_o) , batas atas (x_1) dan besar galat (e) terlebih dahulu.
 - 3) Menentukan nilai x yang memenuhi $f_{(x)} = 0$ dimana $f_{(x)}$ diperoleh dari persamaan 2.8 dan nilai batas atas, batas bawah, serta nilai e dan dikerjakan berdasarkan algoritma Secant.
 - 4) Mendapatkan Hasil Perhitungan
- d. Membandingkan hasil dari Metode Bisection, Metode Regula Falsi dan
 Metode Secant dalam menyelesaikan Analisis Break Even
 - Membandingkan hasil dari setiap metode yang dilakukan sebelumnya

- 2) Membandingkan keakuratan setiap metode dengan menetapkan setiap metode untuk galat 0.001
- 3) Membandingkan kecepatan proses iterasi tiap metode untuk 10 kali percobaan dengan nilai *a* dan *b* yang berbeda.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan prosedur penelitian, langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam membandingkan hasil dari Metode Bisection, Metode Regula Falsi dan Metode Secant dalam menyelesaikan Analisis *Break Even* adalah dengan terlebih dahulu mendefinisikan fungsi pada analisis *break even* yang diperoleh dari persamaan 2.8.:

$$f(n) = \frac{-1400(1,2)^n}{(1,2)^n - 1} - \left[\frac{150n}{(1,2)^n - 1}\right] + 3750$$

1. Menyelesaikan analisis break even menggunakan metode bisection

$$f(x) = f(n)$$
, dengan $[a, b] = [2, 10]$ dan $\varepsilon = 0,001$

Uji Syarat:

$$f(a) \cdot f(b) = -1513,63636 \cdot 1791,42003 = -2711558,493440291$$

$$f(a) \cdot f(b) < 0$$
 maka terdapat akar pada interval [2,10]

Iterasi 1:

Interval [2, 10]

$$a = 2$$
, dan $b = 10$ A K A S S A

$$m = \frac{a+b}{2} = \frac{2+10}{2} = 6$$

$$f(a) = f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$$

$$f(m) = f(6) = \frac{-1400(1,2)^6}{(1,2)^6 - 1} - \left[\frac{150(6)}{(1,2)^6 - 1}\right] + 3750 = 1191,88392$$

 $f(a) \cdot f(m) = -1804078,84637 < 0$ artinya terjadi pergantian b = m

 $e_r=0,66667>\varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval [2, 6]

Iterasi 2:

Interval [2,6]

$$a = 2$$
, dan $b = 6$

$$m = \frac{a+b}{2} = \frac{2+6}{2} = 4$$



$$f(a) = f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$$

$$f(m) = f(4) = \frac{-1400(1,2)^4}{(1,2)^4 - 1} - \left[\frac{150(4)}{(1,2)^4 - 1}\right] + 3750 = 487,10879$$

$$f(a_0) \cdot f(m) = -737305,58190 < 0$$
 artinya terjadi pertukaran $b = m$

 $e_r=0.5>\varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval[2,4]

Iterasi 3:

Interval [2,4]

$$a = 2$$
, dan $b = 4$

$$m = \frac{a+b}{2} = \frac{2+4}{2} = 3$$

$$f(a)$$
 = $f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$

$$f(m) = f(3) = \frac{-1400(1,2)^3}{(1,2)^3 - 1} - \left[\frac{150(3)}{(1,2)^3 - 1}\right] + 3750 = -191,20879$$

 $f(a_0) \cdot f(m) = 289420,57942 > 0$ artinya terjadi pertukaran a = m

 $e_r=0.33333>\varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Untuk nilai pada iterasi (i) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

 a_n b_n $f_{(a_n)}$ M $f_{(m)}$ $f_{(a_n)}.f_{(m)}$ e_r -1804078,84637 2 1191,88392 1 10 -1513,63636 6 0,66667 2 2 4 487,10879 -737305,58190 6 -1513,63636 0,5 3 0,33333 3 2 4 -191,20879 289420,57942 -1513,63636 3 -191,20879 194,17388 -37127,75368 4 4 3,5 0,14286 3 3,5 -191,20879 3,25 15,67673 -2997,52792 0,07692 5 3 3,25 -191,20879 3,125 -83,79542 16022,42164 0,04 6 3,125 3,25 -83,79542 3,1875 -33,12462 2775,69194 0,01961 3,18750 3,25 -33,12462 3,21875 -8,49702 281,46050 0,00971 3,21875 3,25 -8,49702 3,23438 3,64577 -30,97819 0,00483 3,21875 3,23438 -8,49702 3,22656 -2,41154 20,49092 0,00242 10 3,22656 3,23438 -2,41154 0,00121 11 3,23047 0,62062 -1,49666 12 3,22656 3,23047 -2,41154 3,22852 -0,89458 2,15732 0,00060

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan metode Bisection

Pada Iterasi ke-12, selisih interval < 0.001 dengan nilai akar persamaannya adalah 3,22852.

Setelah menemukan akar persamaan pada fungsi f(x), langkah selanjutnya adalah mensubtitusikannya ke persamaan 2.5 untuk pembelian intel Pentium dan persamaan 2.6 untuk pembelian AMD

 a. Mensubtitusikan hasil perhitungan akar persamaan untuk metode Bisetion pada persamaan 2.5

$$A_t = \frac{-600(1.20)^n}{(1,2)^n - 1} + \frac{200n}{1,2^n - 1}$$

Untuk n = 3.22852

$$A_t = \frac{-600(1.20)^{3,22852}}{1,2^{3,22852}-1} + \frac{200(3,22852)}{1,2^{3,22852}-1}$$

$$A_t = \frac{-1080.91 + 645.704}{0.801516}$$

$$A_t = -542.978$$

 Mensubtitusikan hasil perhitungan akar persamaan untuk metode Bisetion pada persamaan 2.6

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^n}{(1,2)^n - 1} + \frac{50n}{(1,2)^n - 1} + 3750$$

Untuk n = 3,22852

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^{3,22852}}{(1,2)^{3,22852} - 1} + \frac{50(3,22852)}{(1,2)^{3,22852} - 1} + \frac{3750}{(1,2)^{3,22852}}$$

$$A_t = \frac{-3603,03 + 161,426}{0,801516} + 3750$$

$$A_t = 348,3678$$

2. Menyelesaikan analisis break even menggunakan metode regula falsi

$$f(x) = f(n)$$
, dengan $[a, b] = [2, 10]$ dan $\varepsilon = 0,001$

Uji Syarat:

$$f(a) \cdot f(b) = -1513,63636 \cdot 1791,42003 = -2711558,493440291$$

 $f(a) \cdot f(b) < 0$ maka terdapat akar pada interval [2,10].

Iterasi 1

$$f(a)$$
 = $f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$

$$f(b)$$
 = $f(10) = \frac{-1400(1,2)^{10}}{(1,2)^{10}-1} - \left[\frac{150(10)}{(1,2)^{10}-1}\right] + 3750 = 1791,42003$

$$w_1 = \frac{f(b_n).a_n - f(a_n).b_n}{f(b_n) - f(a_n)} = 5,66381$$

$$f(w_1) = f(5.66381) = \frac{-1400(1,2)^{5.66381}}{(1,2)^{5.66381} - 1} - \left[\frac{150(5.66381)}{(1,2)^{5.66381} - 1}\right] + 3750 = 1106,08067$$

 $f(a).f(w_1) = -1674203,92623 < 0$ artinya terjadi pertukaran b = m

 $e_r = 1 > \varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval [2, (5.66381)]

Iterasi 2

$$f(a) = f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 =$$

$$-1513,63636$$

$$f(a) = f(5,66381) = \frac{-1400(1,2)^{5.66381}}{(1,2)^{5.66381} - 1} - \left[\frac{150(5.66381)}{(1,2)^{5.66381} - 1}\right] + 3750 = 1106,08067$$

$$w_1 = \frac{f(b_n) \cdot a_n - f(a_n) \cdot b_n}{f(b_n) - f(a_n)} = 4.11690$$

$$f(w_1) = f(4,11690) = \frac{-1400(1,2)^{4.11690}}{(1,2)^{4.11690} - 1} - \left[\frac{150(4.11690)}{(1,2)^{4.11690} - 1}\right] + 3750 =$$

545,84113

 $f(a_0).f(w_1) = -826204,98321 < 0$ artinya terjadi pertukaran b = m

 e_r = 0,37579 > ε artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval = [2, (4,11690)]

Iterasi 3

$$f(a)$$
 = $f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{50(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$

$$f(b) = f(4.11690) = \frac{-1400(1,2)^{4.11690}}{(1,2)^{4.11690} - 1} - \left[\frac{150(4.11690)}{(1,2)^{4.11690} - 1}\right] + 3750 = 545,84113$$

$$w_1 = \frac{f(b_n).a_n - f(a_n).b_n}{f(b_n) - f(a_n)} = 3.55584$$

$$f(w_1)$$
 = $f(3.55584) = \frac{-1400(1,2)^{3.55584}}{(1,2)^{3.55584} - 1} - \left[\frac{150(3.55584)}{(1,2)^{3.55584} - 1}\right] + 3750 =$

230,76404

$$f(a_0).f(w_1) = -349292.84364 < 0$$
 artinya terjadi pertukaran $b = m$

 $e_r=0.15779>\varepsilon$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Jadi, f(x) punya akar pada interval = [2, 3.55584]

Untuk nilai pada iterasi (i) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut :

 b_n $f_{(w)}$ $a_{\underline{n}}$ $f_{(a_n)}$ $f_{(a_n)}.f_{(m)}$ $f_{(b_n)}$ e_r 2 10 -1513,63636 1791,42003 5,66381 1106,08067 -1674203,92623 -1513,63636 1106,08067 4,11690 545,84113 -826204,98321 0,37579 4,11690 3 2 3,55584 -1513.63636 545,84113 3,55584 230,76404 -349292,84364 0,15779 -1513,63636 230,76404 0.06144 3,35002 3,35002 90,14277 -136443,37872 5 3,27414 -1513,63636 90,14277 3,27414 34,04691 -51534,63558 0,02318 6 3,24611 -1513,63636 34.04691 3,24611 12,69140 -19210,16483 0,00863 4,70742 2 3,23575 -1513,63636 12,69140 3.23575 -7125.31859 0,00320 8 2 4,70742 1,74281 -2637,98799 0,00119 3,23192 -1513,63636 3,23192 -975,98441 3,23050 -1513,63636 1,74281 3,23050 0,64479 0,00044

Tabel 4.2 Hasil perhitungan metode Regula Falsi

Pada Iterasi ke-19, selisih interval < 0,001 dengan nilai akar persamaannya adalah 3,23050.

Setelah menemukan akar persamaan pada fungsi f(x), langkah selanjutnya adalah mensubtitusikannya ke persamaan 2.5 untuk pembelian intel Pentium dan persamaan 2.6 untuk pembelian AMD.

 Mensubtitusikan hasil perhitungan akar persamaan untuk metode Regula Falsi pada persamaan 2.5

$$A_t = \frac{-600(1.20)^n}{(1.2)^n - 1} + \frac{200n}{1.2^n - 1}$$

Untuk n = 3,23050

$$A_t = \frac{-600(1.20)^{3,230508}}{1,2^{3,23050}-1} + \frac{200(3,23050)}{1,2^{3,23050}-1}$$

$$A_t = \frac{-1081.3 + 646.1}{0.802167}$$

$$A_t = -542.531$$

b. Mensubtitusikan hasil perhitungan akar persamaan untuk metode Regula Falsi pada persamaan 2.6

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^n}{(1,2)^n - 1} + \frac{50n}{(1,2)^n - 1} + 3750$$

Untuk n = 3,23050

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^{3,23050}}{(1,2)^{3,23050} - 1} + \frac{50(3,23050)}{(1,2)^{3,23050} - 1} + 3750$$

$$A_t = \frac{-3604.33 + 161.525}{0.802167} + 3750$$
 TAS ISLAM NEGERI

$$A_t = 347.027$$

3. Menyelesaikan analisis break even menggunakan metode Secant

$$f(x) = f(n)$$
, dengan $[a, b] = [2, 10]$ dan $\varepsilon = 0,001$

Iterasi 1

$$f(a) = f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$$

$$f(b)$$
 = $f(10) = \frac{-1400(1,2)^{10}}{(1,2)^{10}-1} - \left[\frac{150(10)}{(1,2)^{10}-1}\right] + 3750 = 1791,42003$

$$h_{baru} = 10 - \frac{(10-2)}{(1791,42003) - (-1513.63636)} \cdot 1791,42003 = 5,66381$$

 $e_r = 0.76560 > 0.001$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Maka terjadi pertukaran nilai yang baru yaitu a = 5,66381, dan b = 2 Jadi, f(x) punya akar pada interval = [(5,66381) , 2]

Iterasi 2

$$f(a) = f(5,66381) = \frac{-1400(1,2)^{5,66381}}{(1,2)^{5,66381} - 1} - \left[\frac{150(5,66381)}{(1,2)^{5,66381} - 1} \right] + 3750 = 1106,08067$$

$$f(a) = f(2) = \frac{-1400(1,2)^2}{(1,2)^2 - 1} - \left[\frac{150(2)}{(1,2)^2 - 1}\right] + 3750 = -1513,63636$$

$$h_{baru} = 2 - \frac{(2-5,66381)}{(-1513,63636)-1106,08067} \cdot -1513,63636 = 4,11690$$

 e_r = 0,37575 > 0,001 artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Maka terjadi pertukaran nilai yang baru yaitu a=4,11690, dan b=5,66381 Jadi, f(x) punya akar pada interval = [(4,11690), (5,66381)]

Iterasi 3

$$f(a) = f(4,11690) = \frac{-1400(1,2)^{4,11690}}{(1,2)^{4,11690} - 1} - \left[\frac{150(4,11690)}{(1,2)^{4,11690} - 1}\right] + 3750 = 545,84113$$

$$f(b) = f(5,66381) = \frac{-1400(1,2)^{5,66381}}{(1,2)^{5,66381} - 1} - \left[\frac{150(5,66381)}{(1,2)^{5,66381} - 1} \right] + 3750 =$$

1106,08067

$$h_{baru} = 5,66381 - \frac{(5,66381 - 4,11690)}{1106,08067 - 545,84113} \cdot 1106,08067 = 2,60974$$

 $e_r = 0.57751 > 0.001$ artinya masih dilakukan perulangan karena nilai yang diperoleh masih lebih besar dari nilai toleransi.

Maka terjadi pertukaran nilai yang baru yaitu a=1,66667, dan b=2,2 Jadi, f(x) punya akar pada interval = [(1,66667), (2,2)]

Untuk nilai pada iterasi selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Hasil perhitungan metode Secant

i	a_n	b_n	$f_{(a)}$	$f_{(b)}$	h	e_r
1	2	10	-1513,63636	1791,42003	5,66381	0,76560
2	5,66381	2	1106,08067	-1513,63636	4,11690	0,37575
3	4,11690	5,66381	545,84113	1106,08067	2,60974	0,57751
4	2,60974	4,11690	-590,09348	545,84113	3,39268	0,23077
5	3,39268	2,60974	120,62547	-590,09348	3,25980	0,04076
6	3,25980	3,39268	23,16277	120,62547	3,22822	0,00978
7	3,22822	3,25980	-1,12790	23,16277	3,22968	0,00045

Pada Iterasi ke-7, selisih interval < 0,001 dengan nilai akar persamaannya adalah 3,22968

Setelah menemukan akar persamaan pada fungsi f(x), langkah selanjutnya adalah mensubtitusikannya ke persamaan 2.5 untuk pembelian intel Pentium dan persamaan 2.6 untuk pembelian AMD.

 Mensubtitusikan hasil perhitungan akar persamaan untuk metode Secant pada persamaan 2.5

$$A_t = \frac{-600(1.20)^n}{(1.2)^{n-1}} + \frac{200n}{1.2^{n-1}}$$

Untuk n = 3,22968

$$A_t = \frac{-600(1.20)^{3,22968}}{1,2^{3,22968}-1} + \frac{200(3,22968)}{1,2^{3,22968}-1}$$

$$A_t = \frac{-1081.14 + 645.936}{0.801898}$$

$$A_t = -542.716$$

 Mensubtitusikan hasil perhitungan akar persamaan untuk metode Secant pada persamaan 2.6

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^n}{(1,2)^n - 1} + \frac{50n}{(1,2)^n - 1} + 3750$$

Untuk n = 3,22968

$$A_t = \frac{-2000(1,2)^{3,22968}}{(1,2)^{3,22968} - 1} + \frac{50(3,22968)}{(1,2)^{3,22968} - 1} + 3750$$

$$A_t = \frac{-3603.8 + 161.484}{0.801898} + 3750$$

$$A_t = 347.5821$$

- 4. Perbandingkan hasil dari Metode Bisection, Metode Regula Falsi dan Metode Secant dalam menyelesaikan Analisis *Break Even*.
 - a. Perbandingkan hasil dari setiap metode yang dilakukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan pada analisis *break even* dengan ketiga metode yaitu metode bisection, metode regula falsi, dan metode secant dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Hasil dari perhitungan pada analisis break even

	Bisection	Regula Falsi	Secant	
Pentium	-542,978	-542,531	-542,716	
AMD	348,3678	347,027	347,5821	

b. Perbandingkan keakuratan setiap metode dengan menetapkan setiap metode untuk galat 0,001, a=2 dan b=10.

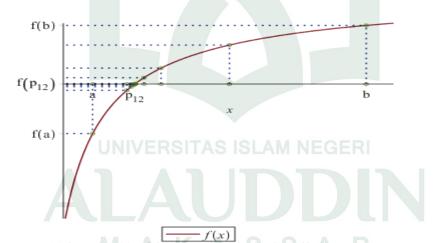
Hasil dari perhitungan untuk mencari akar persamaan pada analisis break even dengan nilai toleransi sama yaitu 0,001 , a=2 dan b=10 dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Hasil perbandingan metode biseksi, regula falsi dan secant untuk $\varepsilon = 0.001$

	Bisection			Regula Falsi			Secant		
i	m	f(m)	e_r	W	f(w)	e_r	h	f(h)	e_r
1	6	1191,88392	0,66667	5,66381	1106,08067	1	5,66381	1106,08067	0,76560
2	4	487,10879	0,5	4,11690	545,84113	0,37579	4,11690	545,84113	0,37575
3	3	-191,20879	0,33333	3,55584	230,76404	0,15779	2,60974	-590,09348	0,57751
4	3,5	194,17388	0,14286	3,35002	90,14277	0.06144	3,39268	120,62547	0,23077
5	3,25	15,67673	0,07692	3,27414	34,04691	0,02318	3,25980	23,16277	0,04076
6	3,125	-83,79542	0,04	3,24611	12,69140	0,00863	3,22822	-1,12790	0,00978
7	3,1875	-33,12462	0,01961	3.23575	4,70742	0,00320	3,22968	0,01007	0,00045
8	3,21875	-8,49702	0,00971	3,23192	1,74281	0,00119			
9	3,23438	3,64577	0,00483	3,23050	0,64479	0,00044			
10	3,22656	-2,41154	0,00242				•		
11	3,23047	0,62062	0,00121	Joe					
12	3,22852	-0,89458	0,00060						

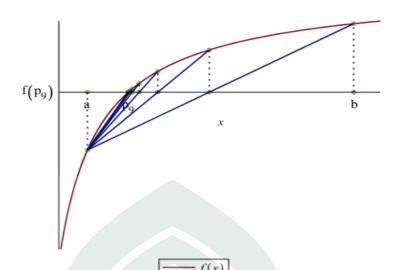
Grafik untuk masing-masing metode

1) Metode Bisection



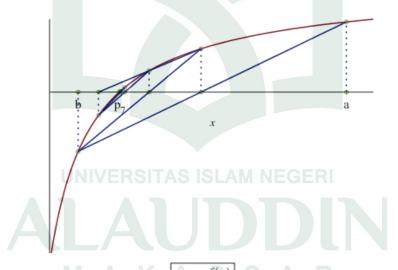
12 iteration(s) of the bisection method applied to $f(x) = -\frac{1400 \cdot 1.2^x}{1.2^x - 1} - \frac{150 \cdot x}{1.2^x - 1} + 3750 \text{ with initial points } a$ = 2. and b = 10..

2) Metode Regula False



9 iteration(s) of the method of false position applied to $f(x) = -\frac{1400 \cdot 1.2^{x}}{1.2^{x} - 1} - \frac{150 \cdot x}{1.2^{x} - 1} + 3750 \text{ with initial points } a$ = 2. and b = 10..

3) Metode Secant



7 iteration(s) of the secant method applied to $f(x) = -\frac{1400 \cdot 1.2^x}{1.2^x - 1} - \frac{150 \cdot x}{1.2^x - 1} + 3750 \text{ with initial points } a$ = 10. and b = 2..

c. Perbandingan kecepatan proses tiap metode dengan melakukan 10 kali percobaan untuk nilai *a* dan *b* yang berbeda.

Hasil dari 10 kali perhitungan dengan nilai a dan b yang berbeda dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Perbandingan kecepatan Iterasi metode biseksi, regula falsi dan secant

No	۲	b	Banyak Iterasi				
NO	а	D	Bisection	Regula Falsi	Secant		
1	3	5	10	4	4		
2	4	1	10	13	5		
3	1	5	11	15	7		
4	1	70	15	24	12		
5	3	40	14	5	6		
6	5	1	11	15	6		
7	4	2	10	7	5		
8	3	7	11	4	4		
9	4	3	9	4	4		
10	1	9	12	18	12		
Ju	Jumlah		113	109	65		

B. Pembahasan

Penelitian ini menggunakan 3 metode numerik yaitu metode bisection, metode regula falsi, dan metode secant. Ketiga metode ini digunakan untuk menyelesaikan kasus persamaan non linear yang diterapkan pada kasus Break Even. Dalam pengerjaannya untuk mendapatkan hasil perbandingan ketiga metode, terlebih dahulu dilakukan pengerjaan untuk masing-masing metode. Setelah semuanya sudah dikerjakan hasil perhitungan disubtisusikan kedalam persamaan 2.5 dan persamaan 2.6 untuk mendapat analisis Break Even pada pembelian Intel Pentium dan AMD.

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengerjakan fungsi f(n) sesuai dengan prosedur atau algoritma untuk masing-masing metode. Metode yang pertama dikerjakan adalah metode Bisection. Pada metode ini dilakukan pengecekan terlebih dahulu, apakah fungsi f(n) memiliki akar pada batas a =

2 dan b = 10. Kemudian setelah pengecekan dilakukan maka hasil menunjukkan bahwa f(a).f(b) = -2711558,493440291 yang dimana hasilnya kurang dari 0, ini menjelaskan bahwa pada fungsi f(n) untuk batas a = 2 dan b = 10 terdapat akar persamaan. Untuk metode bisection atau metode bagi dua untuk nilai m menggunakan rumus $m = \frac{a+b}{2}$ setelah itu barulah dicari untuk fungsi f(m). Selanjutnya mencari $f(a) \cdot f(m)$, ketika hasilnya kurang dari 0 maka terjadi pergantian nilai b=m, apabila lebih besar dari 0 maka a = m untuk $f(a) \cdot f(m) = 0$, maka itu merupakan akar yang dicari. Setelah itu baru dicek nilai galatnya |b-a| apabila nilainya masih lebih kecil dari nilai toleransi maka akan terjadi sampai kondisi terpenuhi. Hasil perhitungan pada metode bisection diperoleh pada iterasi ke13 dengan akar yang peroleh adalah 3,22949. Akar yang diperoleh ini kemudian disubtitusikan kepersamaan 2.5 untuk mendapatkan analisis break even pada pembelian Intel Pentium dan hasilnya adalah -542.759. Ini menjelaskan bahwa pada tahun ke n = 3,22949 pembelian pada intel Pentium akan mendapatkan ke kerugian -542.759 dan untuk pembelian AMD akar persamaan disubtitusikan pada persamaan 2.6 dan hasilnya adalah = 347,711. Ini menjelaskan bahwa pada pembelian AMD akan mendapatkan keuntungan \$347,711.

Proses kedua menggunakan metode Regula falsi, untuk mencari nilai akarnya langkah awal sama dengan metode Bisection, yaitu mengecek nilai f(a).f(b). Selanjutnya mencari nilai w dengan rumus $w = \frac{f(b_n).a_n - f(a_n).b_n}{f(b_n) - f(a_n)}$ apabila lebih besar dari 0 nilai a = m. Setelah itu baru dicek nilai galatnya

 $|w_{baru}-w_{lama}|$ apabila nilainya masih lebih kecil dari nilai toleransi maka akan terjadi sampai kondisi terpenuhi. Hasil perhitungan pada metode Regula Falsi diperoleh pada iterasi ke10 dengan akar yang peroleh adalah 3,22998. Akar yang diperoleh ini kemudian disubtitusikan kepersamaan 2.5 untuk mendapatkan analisis break even pada pembelian Intel Pentium dan hasilnya adalah -542.648. Ini menjelaskan bahwa pada tahun ke n=3,22998 pembelian pada intel Pentium akan mendapatkan ke kerugian \$-542.648d an untuk pembelian AMD akar persamaan disubtitusikan pada persamaan 2.6 dan hasilnya adalah =347.3792. Ini menjelaskan bahwa pada pembelian AMD akan mendapatkan keuntungan \$347.3792.

Proses ketiga menggunakan metode Secant, untuk mencari nilai akarnya langkah awal adalah mencari nilai h dengan rumus $h_{baru} = b - \frac{(b-a)}{f(b)-f(a)} \cdot f(b)$ setelah nilai h_{baru} diketahui baru mencari nilai galatnya dengan rumus $|h_{baru} - h_{lama}|$ dengan menDefinisikan terlebih dahulu $h_{lama} = b$. Apabila nilainya masih lebih kecil dari nilai toleransi maka akan terjadi sampai kondisi terpenuhi. Hasil perhitungan pada metode Secant diperoleh pada iterasi ke-8 dengan akar yang peroleh adalah 3,22967. Akar yang diperoleh ini kemudian disubtitusikan kepersamaan 2.5 untuk mendapatkan analisis break even pada pembelian Intel Pentium dan hasilnya adalah -542.718. Ini menjelaskan bahwa pada tahun ke n = 3,22967 pembelian pada intel Pentium akan mendapatkan ke kerugian \$-542.718 dan untuk pembelian AMD akar persamaan disubtitusikan pada persamaan 2.6 dan hasilnya adalah = 347.5891.

Ini menjelaskan bahwa pada pembelian AMD akan mendapatkan keuntungan \$347.5891.

Untuk perbandingan pertama dapat dilihat pada tabel 4.4 pada pembelian Intel Pentium metode bisection menghasilkan kerugian lebih besar yaitu

-542.759 dibandingkan kedua metode yang lain. Untuk kerugian yang paling sedikit yaitu -542.648 dengan menggunakan metode Regula Falsi dibanding kedua metode yang lain. Untuk Pembelian AMD keuntungan terbesar yaitu 347.5891 menggunakan metode Secant dan Keuntungan terkecil menggunakan metode Bisection yaitu 347,711.

Untuk perbandingan kedua, hal yang dibandingkan yaitu membandingkan ketiga metode dengan menggunakan nilai nilai toleransi yaitu 0,001. Hasil pada perbandingan kedua dapat dilhat pada tabel 4.5, dari hasil tabel menjelaskan bahwa nilai hampiran yang paling mendekati sebenarnya adalah pada metode Secant, dikarenakan nilai galatnya paling sedikit dibanding ketiga metode yang lain yaitu 0,00001, ketika diurutkan maka metode Bisection = 0,00098 dan metode Regula Falsi = 0,00052.

Untuk perbandingan yang terakhir, hal yang dibandingkan adalah kecepatan proses tiap metode dengan melakukan 10 kali percobaan untuk nilai a dan b yang berbeda. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.4. Dari hasil tabel menjelaskan bahwa untuk analisis *break even* metode secant merupakan metode yang paling cepat dalam melakukan proses iterasi, ini terlihat dari jumlah keseluruhan iterasi untuk ke10 percobaan yang dilakukan. Hasil

menunjukkan untuk metode secant memiliki 65 jumlah iterasi untuk 10 kali percobaan, metode bisection 113 jumlah iterasi dan metode Regula Falsi 109 iterasi.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada perbandingan metode bisection, regula falsi, dan secant hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode secant merupakan metode yang efisien dalam melakukan analisis *break even*. Hal ini ditunjukkan pada nilai galat yang diperoleh pada akhir proses iterasi menunjukkan nilai galat paling sedikit serta dalam percobaan lain, metode secant juga menunjukkan proses iterasi yang lebih sedikit dibandingkan metode yang lain.

B. Saran

Metode Numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk memformulasi kan masalah matematis agar dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya untuk tidak hanya menggunakan metode yang sama dikarenakan ada beberapa lagi metode pengapitan akar selain ketiga metode yang digunakan penulis. Untuk penerapannya sendiri masih banyak bidang ilmu yang bisa menerapkan metode pengapitan akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Allamah, Kamal. Tafsir Nurul Quran (Sebuah Tafsir Sederhana Menuju Cahaya Al-qur'an), Jakarta: Al-huda, 2004.
- Asminah. dkk, Implementasi Dana Analisis Tingkat Akurasi Software Penyelesaian Persamaan Non Linear Dengan Metode Fixed Point Iteration Dan Metode Bisection, Seminar Nasional Informatika, ISSN: 1979-2328, h. A1-A8
- Departemen Agama RI. *Alquran dan Terjemahannya*. Semarang: PT. Karya Toha Putra. 2002.
- Insani, Nur. Penerapan Metode bagi-Dua (Bisection pada Analisis Pulang-Pokok (Break Even).http://eprints.uny.ac.id/11966/1/M-18%20Nur%20Insani.pdf (11 Oktober 2015)
- Jack. *Matematika Numerik Buku Ajar Unila*. https://matematikaindo.files.wordpress.com/2010/04/metode-numerik-buku-ajar-unila.pdf (15 Agustus 2015)
- Kosasih, P. Buyung. *Komputasi Numerik teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Andi. 2006
- Munir, Rinaldi. Metode Numerik. Bandung: Informatika Bandung. 2008.
- Pujiyanta, Ardi. Komputasi Numerik Dengan Matlab. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2007.
- Salusu, Andi. *Metode Numerik dilengkapi dengan Animasi Matematika dan Panduan singkap Maple*. Yogyakakrta : Graha Ilmu. 2008
- Setiawan, Agus. Pengantar Metode Numerik. Yogyakarta: Andi. 2006
- Zain, Elhasany. *Contoh Daftar Pustaka Makalah dan Skripsi*. https://www.scribd.com/doc/92181730/METODE-NUMERIK#scribd (11Oktober 2015)

RIWAYAT HIDUP



Ismuniyarto, lahir di Ujung Pandang pada tangal 20 Agustus 1993. Putra kedua dari dua bersaudara anak dari Bapak Ismail dan Ibu Munir Umar. Mengawali pendidikan formal di SDN 76 Malimongan Palopo pada tahun 1999-2005, kemudian di SMPN 1 Palopo pada tahun 2005-2008,

selanjutnya di SMAN 3 Palopo pada tahun 2008-2011. Dan pada tahun 2011 tercatat sebagai mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi di Perguruan Tinggi Islam "UIN Alauddin Makassar" dengan program Strata satu (S1) non kependidikan dan lulus tahun 2016 dengan masa kuliah kurang lebih 4 tahun 3 bulan. Pada tahun 2012 mulai mengikuti kegiatan di Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Matematika. Pada tahun 2013.

