PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA

"Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika untuk Mendukung Peningkatan kualitas Pembelajaran Matematika"

Sabtu, 20 Agustus 2016
Student Centre FKIP
UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON

ISBN 978-602-99868-3-9

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA

“Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika”

Sabtu, 20 Agustus 2016
Student Centre FKIP Universitas Pattimura Ambon

ISBN 978-602-99868-3-9

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2016

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA TAHUN 2016

"Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika"

Penanggung Jawab :

Ketua Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti

Prof. Dr. W. Mataheru, M.Pd

Ketua : Dr. C. S. Ayal, M.Pd

Sekretaris : N.C. Huwaa, S.Pd., M.Sc

Bendahara. Ch. Matitaputy, S.Pd., M.Pd

Editor :

F. Sapulete, S.Pd., M.Pd

Yohanis M. Apituley, S.Pd

Reviewer :

Prof. Dr. T. G. Ratumanan, M.Pd

Prof. Dr. Th. Laurens, M.Pd

Desain Layout Sampul : Y.M. Apituley, S.Pd

Penerbit :

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti

Ambon (Poka) Jl. Ir. M. Putuhena
Gedung Jurusan Pendidikan MIPA

ISBN 978-602-99868-3-9

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmatNya Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan dari artikel ilmiah yang disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Matematika FKIP Universitas Pattimura dengan Tema "Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika."

Seminar ini diselenggarakan pada tanggal 20 Agustus 2016 oleh Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti. Ini merupakan kegiatan rutin yang akan terus dilaksana pada tahun-tahun mendatang. Semoga dengan kegiatan ini Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti dapat terus berkiprah dalam menghimpun temuan-temuan baru yang berkaitan dengan pengembangan Program Studi, serta sekaligus sebagai wahana komunikasi antara akademisi, guru, peneliti, dan pemerhati pendidikan pada umumnya.

Semoga semua yang telah diupayakan dalam seminar sampai tercetaknya prosiding ini membawa manfaat bagi dunia pendidikan dan masyarakat luas pada umumnya.

Pada kesempatan ini tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Unpatti, Dekan FKIP Unpatti, Rektor Unpatti, serta para penyandang dana yang telah mendukung secara penuh pelaksanaan kegiatan Seminar Nasional Pendidikan Matematika hingga terselesaikannya prosiding ini.

Ambon, 20 Agustus 2016

Ketua Panitia

Dr. C. S Ayal, S.Pd., M.Pd

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS PATTIMURA PADA SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA

Assalam Walaikum Warahmatulahi Wabarakatu, dan Salam Sejahtera untuk kita semua.

Yang terhormat:

1. Rektor Universitas Pattimura, dalam hal ini diwakili oleh Pembantu Rektor Bidang Kerjasama Bapak Prof. Ir..J. Mosse, PH.D

Yang saya hormati,

2. Pembantu-pembantu Dekan pada lingkup FKIP
3. Bapak Prof. Dr. Usman Mulbar, M.Pd. Selamat datang di Universitas Pattimura Ambon.
4. Bapak Prof. Dr. T.G. Ratumanan, M.Pd.
5. Bapak Dr. Rully Charitas Indra Pramana, M.Pd. Selamat datang di Universitas Pattimura Ambon.
6. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Bapak Dr. Stev Huliselan, M.Si
7. Para Ketua Program Studi pada lingkup FKIP
8. Staf Dosen pada program studi pendidikan matematika, program studi pendidikan ekonomi, PPKN dan Jurusan Matematika UNPATTI
9. Bapak, Ibu guru peserta Seminar Nasional dan Kontes Literasi Matematika yang berasal dari Pulau Ambon dan Kabupaten Seram Bagian Barat
10. Para Mahasiswa program studi pendidikan matematika

Dan Siswa-siswi peserta lomba Kontes Literasi Matematika di kota Ambon.

Selaku orang yang percaya patutlah kita naikan Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan RahmatNYA, sehingga kegiatan Seminar Nasional dan Kontes Literasi Matematika (KLM) dapat dilaksanakan pada hari ini Sabtu 20 Agustus 2016. Adapun tema pada kegiatan Seminar ini adalah "Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika", dan tema pada kegiatan Kontes Literasi Matematika adalah : "Membentuk Siswa yang Kreatif dan Inovaif "

Seminar Nasional Pendidikan Matematika Tahun 2016 ini diharapkan menjadi wahana interaksi dan pertukaran informasi dari hasil penelitian maupun pengalaman serta gagasan di bidang matematika maupun pembelajarannya dalam semangat saling asah, asih dan asuh untuk menyikapi tantangan masa depan Maluku yang berdaya saing dengan provinsi lainnya di Indonesia.

Saya memberikan apresiasi dan penghargaan bagi program studi pendidikan matematika FKIP Universitas Pattimura yang telah menjadikan Seminar Nasional Pendidikan Matematika sebagai agenda rutin tahunan dan menjadi bagian dari kegiatan akademik program studi dan Kontes Literasi Matematika (KLM) yang di ikuti siswa SMP kota Ambon . Saya berharap seminar nasional pendidikan matematika ini dapat menjadi salah satu media informasi penyampaian hasil-hasil penelitian dan pikiran-pikiran kritis bagi para guru dan calon guru matematika. Semoga seminar ini juga membahas berbagai perkembangan terkini dalam bidang pendidikan secara umum dan pendidikan matematika secara khususnya. Saya berharap para peserta, terutama para guru dan calon guru dapat memanfaatkan seminar ini sebaik mungkin sebagai sarana belajar dan tukar menukar informasi. Melalui seminar ini diharapkan ada kontribusi bagi perbaikan kualitas pembelajaran matematika yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan kualitas hasil belajar peserta didik.

Mengakhiri sambutan ini, saya menyampaikan terima kasih bagi staf dosen program studi pendidikan matematika dan panitia, juga kepada nara sumber. Dan dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan yang Maha Pengasih, saya membuka secara resmi seminar nasional pendidikan matematika tahun 2016. Semoga Tuhan memberkati kita sekalian.

Ambon, 20 Agustus 2016
Dekan FKIP Unpatti,

Prof. Dr. Th. Laurens, M.Pd
NIP. 196205171987032003

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul ………………………………………………………………………	i
Kata Pengantar ……………………………………………………………………..	iii
Sambutan Dekan ………………………………………………………………….	iv
Daftar Isi……………………………………………………………………..................	vi
Kecenderungan Penelitian Pendidikan Matematika (Usman Mulbar)……………………..	1-5
Memotivasi siswa dalam pembelajaran matematika (Tanwey Gerson Ratumanan)....	6-13
Didactic Trajectory Dalam Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Menumbuhkan Keterampilan Meneliti dan Menulis Karya Ilmiah (Rully Charitas Indra Prahmana)	14-66
Penataan Nalar Siswa SMP Dalam Menganalisis Konsep Bangun-Bangun Segiempat (Juliana Selvina Molle)……………………………………..	67-74
Kemampuan berpikir Abstraksi dan Disposisi Matematis Dalam Pembelajaran Matematika (La Moma)…………………………………………………………...........	75-85
Penerapan Metode *Discovery Learning* Dalam Pembelajaran Matematika Pada Materi Tabung Dan Kerucut (Hanisa Tamalene)……………………………………………......	86-98
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) pada Materi Kesebangunan Segitiga Di Kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon(T. Litay, W. Mataheru, H. Tamalene)…………….................................	99-128
Perbedaan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Faktorisasi Bentuk Aljabar Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan Model Pembelajaran Konvensional di Kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon ([1]Nevi Telehala, [2]Carolina Ayal)…………………………………………………………	129-154
Peningkatan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon Pada Materi Garis Singgung Lingkaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif Tipe *Student Acilitator And Explaining* (SFE) ([1]Dian Theofani Risakotta, [2]M. Gaspersz)	155-175
Analisis Model Curah Hujan Di Kota Ambon Menggunakan Metode Box-Jenkins([1]Lexy Janzen Sinay, [2]Henry W MPatty, [3]Zeth Arthur Leleury)………………..	176-196
Karakteristik operasi pembagian bilangan neutrosophic Dan polinomial neutrosophic(Zeth A. Leleury[1], Henry W. M. Patty[2])……………………………………..	197-208
Identifikasi Struktur Semialjabar Atas Hemiring (Shergio Jordy Camerling[1], Elvinus Richard ersulessy[2])…………………………………………………………………………	209-223
Struktur Grup Dalam Bentuk Graf Identitas (Valiant Carol Leihitu[1], Dyana Patty[2], Henry.W.M Patty[3]) ………………………………………………………………………	224-231
Struktur Khusus Near Ring Polinomial (Vivin Aprilia Manjaruni[1], Henry W. M. Patty[2]) ………………………………………………………………………………………	232-238
Struktur Himpunan Lembut (Muhamad Arifin Sangadji)……………………………….	239-250
Penerapan Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining (SFE)* Dalam Membelajarkan Materi Fungsi Komposisi dan Fungsi Invers Pada Siswa SMA Kelas X(Novalin C Huwaa[1] & Magy Gaspersz[2])………………………..	251-272
Perbedaan Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Ipa Sma Negeri 12 Ambon Yang Diajarkan Dengan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Tgt *(Teams Games Tournaments)* Dan Model Pembelajaran Langsung Pada Materi Limit Fungsi Aljabar (Tryfelma Sanders[1], Wilmintjie Mataheru[2], dan Novalin C Huwaa[3])………………………………	273-284

KARAKTERISTIK OPERASI PEMBAGIAN BILANGAN NEUTROSOPHIC DAN POLINOMIAL NEUTROSOPHIC

Zeth A. Leleury[1], Henry W. M. Patty[2]

[1,2] *Staf Jurusan Matematika, FMIPA, Unpatti*
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon
E-mail: zetharthur82@gmail.com, henrywmpatty81@gmail.com

ABSTRAK

Dalam matematika, konsep bilangan telah diperluas meliputi bilangan asli, bilangan cacah, bilangan bulat, bilangan rasional, bilangan irasional. Himpunan keseluruhan bilangan tersebut merupakan bagian dari himpunan bilangan riil. Selain himpunan bilangan riil dikenal juga bilangan kompleks. Bilangan Kompleks adalah suatu bilangan yang merupakan penjumlahan antara bilangan riil dan bilangan imajiner. Pada perkembangan ilmu teori bilangan terdapat juga konsep bilangan lain yang melibatkan bentuk indeterminasi yakni bilangan neutrosophic. Bentuk umum dari bilangan neutrosophic ini adalah $a + bI$, dimana a, b bilangan riil sedangkan I merupakan indeterminasi dengan sifat $I^2 = I$ dan $0 \cdot I = 0$. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji operasi pembagian dan akar indeks $n \geq 2$ bilangan neutrosophic serta polinomial neutrosophic. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa operasi pembagian pada bilangan neutrosophic $\frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I}$ terdefinisi jika $a_2 \neq 0$ dan $a_2 \neq -b_2$. Selain itu, pembagian oleh $I, -I$ dan secara umum oleh kI, yakni $\frac{kI}{I}$ dan $\frac{a+bI}{kI}$ tidak terdefinisi untuk k riil. Sedangkan solusi akar-akar dari suatu polinomial riil neutrosophic berderajat dua dapat memiliki lebih dari dua solusi.

Kata kunci: *Bilangan neutrosophic, karakteristik, operasi pembagian, polynomial*

I. PENDAHULUAN

Bilangan adalah suatu konsep matematika yang digunakan untuk pencacahan dan pengukuran. Simbol ataupun lambang yang digunakan untuk mewakili suatu bilangan disebut sebagai angka atau lambang bilangan. Dalam matematika, konsep bilangan selama bertahun-tahun lamanya telah diperluas meliputi bilangan asli, bilangan cacah, bilangan bulat, bilangan rasional, bilangan irasional. Himpunan keseluruhan bilangan tersebut merupakan bagian dari himpunan bilangan riil. Selain himpunan bilangan riil dikenal juga bilangan kompleks dengan bentuk umum dari bilangan kompleks adalah $a + bi$, dimana a, b merupakan bilangan riil sedangkan i merupakan imajiner dengan sifat $i = \sqrt{-1}$ (Brown et al, 2009). Prosedur-prosedur tertentu yang mengambil bilangan sebagai masukan dan menghasilkan bilangan lainnya sebagai keluaran, disebut sebagai operasi numeris. Bidang matematika yang mengkaji operasi numeris disebut sebagai aritmetika. Operasi yang lebih umumnya ditemukan adalah operasi biner, yang mengambil dua bilangan sebagai masukan dan menghasilkan satu bilangan sebagai keluaran. Contoh operasi biner adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, perpangkatan, dan perakaran. Penguasaan materi-materi dalam teori bilangan akan sangat membantu dalam mempelajari aljabar, khususnya yang berkaitan dengan aritmetika. Di samping itu, akan membantu juga dalam mempelajari bahasan-bahasan dalam matematika, seperti struktur aljabar (teori grup, teori ring), aljabar linier. Bahkan dapat dikatakan bahwa teori bilangan merupakan embrio aljabar abstrak (Sukirman, 2013).

Pada Perkembangannya, Florentin Smarandache dalam bukunya yang berjudul *Introduction to Neutrosophic Statistics* mengkaji tentang bilangan neutrosophic. Bentuk umum dari bilangan neutrosophic ini yaitu $a + bI$, dimana a, b adalah bilangan riil dan I adalah indeterminasi dengan sifat $I^2 = I$ dan $0 \cdot I = 0$ (Smarandache, 2014). Dalam penelitian ini akan diterapkan operasi pembagian dan akar indeks $n \geq 2$ bilangan neutrosophic serta polinomial neutrosophic dengan tujuan untuk mengkaji karakteristik pembagian dan konsekuensi dari syarat pembagian tersebut pada bilangan neutrosophic serta karakteristik solusi dari akar-akar polinomial neutrosophic. Diharapkan bahwa melalui penelitian ini dapat memberikan wawasan serta pemahaman yang lebih mendalam mengenai operasi biner bilangan neutrosophic sehingga dapat dikembangan dalam pembahasan struktur aljabar khususnya pada konsep teori grup dan ring.

II. METODE YANG DIGUNAKAN

Tipe penelitian ini adalah studi pustaka yaitu mempelajari beberapa *textbook* yang berhubungan dengan penulisan, kemudian mencoba membahas inti permasalahan tersebut dengan menuangkan secara benar. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan, mempelajari dan menganalisis *textbook* yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berupa pembuktian sifat dengan menggunakan bantuan beberapa definisi dengan tetap memperhatikan keterkaitan yang ada.

III. KAJIAN PUSTAKA

1. Bilangan Neutrosophic

Bentuk dasar bilangan neutrosophic: $a + bI$ dimana a dan b merupakan koefisien riil atau kompleks, sedangkan indeterminasi I harus memenuhi syarat $0 \cdot I = 0$ dan $I^2 = I$. Sehingga $I^n = I$ untuk semua bilangan bulat positif n. Jika koefisien a dan b adalah riil, maka 袁$I + bI$ disebut Bilangan Riil Neutosophic. Terdapat beberapa bentuk indeterminasi dalam teori bilangan seperti : $\frac{0}{0}, \frac{\infty}{\infty}, \infty - \infty, 0^0, \infty^0$. Sebagai contoh bilangan Riil Neutrosophic: $2 + 3I, -5 + \frac{7}{3}I$, dan seterusnya.

Jika koefisien a dan b bilangan kompleks, maka $a + bI$ disebut bilangan Kompleks Neutrosophic. Sebagai contoh bilangan Kompleks Neutrosophic: $(5 + 2i) + (2 - 8i)I$, dimana $i = \sqrt{-1}$. Bilangan kompleks neutrosophic dapat ditulis sebagai :

$$a + bi + cI + diI,$$

dimana $a, b, c,$ dan d adalah riil. Suatu bilangan riil dapat dipandang sebagai suatu bilangan neutrosophic. Sebagai contoh: $5 = 5 + 0 \cdot I$, atau $5 = 5 + 0 \cdot i + 0 \cdot I + 0 \cdot i \cdot I$, yang disebut bilangan neutrosophic yang dibangkitkan (Smarandache, 2014).

2. Binomial Newton

Menurut teorema ini, sebarang kuasa $x + y$ dikembangkan menjadi :

$$(x + y)^n = \binom{n}{0} x^n + \binom{n}{1} x^{n-1} y + \binom{n}{2} x^{n-2} y^2 + \binom{n}{3} x^{n-3} y^3 + \cdots + \binom{n}{n} y^n$$

atau

$$(x + y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$$

Rumus binomial ditulis dengan y kemudian diganti dengan 1, supaya hanya satu peubah. Sehingga rumus ini dapat ditulis :

$$(x + 1)^n = \binom{n}{0} x^n + \binom{n}{1} x^{n-1} + \binom{n}{2} x^{n-2} + \cdots + \binom{n}{n-1} x + \binom{n}{n}$$

atau

$$(x+1)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{n-k}$$

(Munir, 2005).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembagian Bilangan Neutrosophic

Pada bagian ini dikaji operasi pembagian pada bilangan neutrosophic, yakni

$$(a_1 + b_1 I) \div (a_2 + b_2 I)$$

Misalkan bahwa: $\frac{a_1+b_1 I}{a_2+b_2 I} = x + yI$, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} a_1 + b_1 I &= (x+yI)(a_2+b_2 I) \\ &= xa_2 + xb_2 I + ya_2 I + yb_2 I^2 \\ &= a_2 x + (b_2 x + a_2 y + b_2 y) I \end{aligned}$$

Sehingga dengan mengidentifikasi koefisien-koefisien sistem persamaan aljabar di atas diperoleh bahwa :

$$\begin{aligned} a_1 &= a_2 x \\ b_1 &= b_2 x + a_2 y + b_2 y = b_2 x + (\sim_2 + b_2) y \end{aligned}$$

yang selanjutnya dapat ditulis dalam bentuk persamaan matriks sebagai :

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

solusi tunggal yang diperoleh hanya ketika determinan dari matriks koefisien ordo 2 yakni $\begin{bmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{bmatrix} \neq 0$ atau $a_2(a_2+b_2) \neq 0$. Dengan demikian $a_2 \neq 0$ dan $a_2 \neq -b_2$ yang merupakan syarat sehingga pembagian bilangan riil neutrosophic $\frac{a_1+b_1 I}{a_2+b_2 I}$ ada.

Selanjutnya dengan menyelesaikan persamaan matriks diperoleh bahwa :

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{a_2(a_2+b_2)} \begin{bmatrix} a_2 + b_2 & 0 \\ -b_2 & a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{a_2(a_2+b_2)} \begin{bmatrix} a_1(a_2+b_2) \\ -b_2 a_1 + a_2 b_1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$= \begin{bmatrix} \dfrac{a_1}{a_2} \\ \dfrac{a_2b_1 - b_2a_1}{a_2(a_2+b_2)} \end{bmatrix}$$

dengan demikian diperoleh bahwa $x = \frac{a_1}{a_2}$ dan $y = \frac{a_2b_1 - a_1b_2}{a_2(a_2+b_2)}$ sehingga

$$\frac{a_1 + b_1I}{a_2 + b_2I} = \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2b_1 - a_1b_2}{a_2(a_2+b_2)} \cdot I \qquad (1)$$

2. Konsekuensi Pembagian Pada Bilangan Neutrosophic

Berikut ini akan dibahas beberapa catatan sebagai konsekuensi dari syarat pembagian pada bilangan neutrosophic yakni sebagai berikut :

a. $\frac{a+bI}{ak+bkI} = \frac{a+bI}{k(a+bI)} = \frac{1}{k}$, untuk k bilangan riil $k \neq 0$ dan untuk $a \neq 0$, $a \neq -b$.

b. $\frac{I}{a+bI} = \frac{a}{a(a+b)} \cdot I = \frac{1}{a+b} \cdot I$

Bukti :

Misalkan $\frac{I}{a+bI} = x + yI$ maka diperoleh :

$I = (x + yI)(a + bI)$

$= ax + ayI + (bx + by)I$

$(1 - bx - by)I = ax + ayI$

Berarti $ax = 0$ dan $ay = 1 - bx - by$

Sehingga $x = 0$ dan $y = \frac{1}{a+b}$

Dengan demikian terbukti bahwa :

$\frac{I}{a+bI} = 0 + \frac{1}{a+b} \cdot I = \frac{1}{a+b} \cdot I$, untuk $a \neq 0$ dan $a \neq -b$.

c. Pembagi oleh I,$- \square$ dan secara umum oleh kI, untuk k riil, tidak terdefinisi. $\frac{a+bI}{kI} =$ tidak terdefinisi untuk setiap k riil dan a, b riil.

- $\frac{kI}{I} =$ tidak terdefinisi;

Bukti :

Misalkan $\frac{kI}{I} = x + yI$ maka :

$kI = (x + yI)I = (x + y)I$

Maka $x + y = k$. Misalkan $x \in R$ maka $y = k - x$, dimana $y \in R$.

Andaikan

$x = 0 \Longrightarrow y = k$ sehingga $\frac{kI}{I} = 0 + k \cdot I = kI$

$x = 1 \Longrightarrow y = k - 1$ sehingga $\frac{kI}{I} = 1 + (k-1)I$

$x = 2 \Longrightarrow y = k - 2$ sehingga $\frac{kI}{I} = 2 + (k-2)I$

Karena hasil pembagian tidak tunggal, maka dapat dikatakan bahwa pembagian $\frac{k\text{가}}{I}$ tidak terdefinisi.

Akibatnya pembagian $\frac{I}{I}$ juga tidak terdefinisi.

- $\frac{a+bI}{I} =$ tidak terdefinisi;

Bukti :

Misalkan $\frac{a+bI}{I} = x + yI$maka :

$a + bI = (x + yI)I = (x + y)I$

Maka $\begin{cases} a = 0 \\ x + y = b \end{cases}$

Misalkan $x \in R$ maka $y = b - x$, dimana $y \in R$.

Pilih

$x = 0 \Longrightarrow y = b$ sehingga $\frac{a+bI}{I} = bI$

$x = 1 \Longrightarrow y = b - 1$ sehingga $\frac{a+bI}{I} = 1 + (b-1)I$

$x = 2 \Longrightarrow y = b - 2$ sehingga $\frac{a+bI}{I} = 2 + (b-2)I$.

Karena hasil pembagian tidak tunggal, maka dapat dikatakan hasil pembagian $\frac{a+bI}{I}$ tidak terdefinisi.

Dengan cara yang sama dapat ditunjukkan bahwa: $\frac{a+bI}{-I} =$ tidak terdefinisi.

$$\frac{a_1 + b_1 I}{a_2 + b_2 I} = \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2(a_2 + b_2)} \cdot I$$

d. $\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} - \frac{bc}{a(a+b)} \cdot I.$

Bukti :

Dari persamaan (1) maka dapat ditulis bahwa

$$\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} + \frac{a.0 - cb}{a(a+\mathrm{b})} \cdot I$$

$$= \frac{c}{a} - \frac{bc}{a(a+b)} \cdot I$$

sehingga :$\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} - \left(\frac{bc}{a(a+b)}\right) \cdot I,$ untuk $a \neq 0$ dan $a \neq -b$.

e. $\frac{a+0\cdot I}{b+0\cdot I} = \frac{a}{b}$, untuk $b \neq 0$ (pembagi bilangan riil).

f. $\frac{a+bI}{1} = a + bI.$

g. $\frac{0}{a+b\cdot I} = \frac{0}{a} + \frac{a\cdot 0 - 0\cdot b}{a(a+b)} \cdot I = 0 + 0 \cdot I = 0$ untuk $a \neq 0$ dan $a \neq -b$.

h. $\frac{kI}{a+bI} = \frac{k}{a+b} \cdot I$ untuk $a \neq 0$ dan $a \neq -b$.

Dari persamaan (1) maka dapat ditulis bahwa

$$\frac{kI}{a+bI} = \frac{0}{a} + \frac{a.k - 0b}{a(a+\mathrm{b})} \cdot I$$

$$= \frac{ak}{a(a+b)} \cdot I$$

$$= \frac{k}{a+b} \cdot I$$

3. Akar Indeks $n \geq 2$ Dari Bilangan Riil Neutrosophic

Pertama akan dihitung akar kuadrat : $\sqrt{a+bI}$, dimana a dan b adalah riil. Misalkan bahwa : $\sqrt{a+bI} = x + yI$ dimana x dan y adalah bilangan riil yang tidak diketahui. Hasil kuadrat kedua sisi diperoleh persamaan:

$a + bI = (x + yI)^2 = x^2 + (2xy + y^2)I.$

sehingga $\begin{cases} x^2 = a \\ 2xy + y^2 = b \end{cases}$

Oleh karena itu $\begin{cases} x = \pm\sqrt{a} \\ y^2 \pm 2\sqrt{a} \cdot y - b = 0 \end{cases}$

Sehingga diperoleh solusi untuk y adalah:

$$y = \frac{\pm 2\sqrt{a} \pm \sqrt{4a + 4b}}{2(1)} = \pm\sqrt{a} \pm \sqrt{a+b}$$

Dengan demikian, ada empat solusi akar kuadrat $\sqrt{a+bI}$ antara lain:

- $\sqrt{a+bI} = \sqrt{a} + \left(-\sqrt{a} + \sqrt{a+b}\right)I$
- $\sqrt{a+bI} = \sqrt{a} - \left(\sqrt{a} + \sqrt{a+b}\right)I$
- $\sqrt{a+bI} = -\sqrt{a} + \left(\sqrt{a} + \sqrt{a+b}\right)I$
- $\sqrt{a+bI} = -\sqrt{a} + \left(\sqrt{a} - \sqrt{a+b}\right)I.$

Sebagai kasus tertentu akan dihitung $\sqrt{I}$. Dengan mempertimbangkan $\sqrt{I} = x + yI$, maka

$$0 + 1 \cdot I = x^2 + (2xy + y^2) \cdot I$$

Dengan demikian diperoleh bahwa :

$x = 0$ dan $y = \pm 1$. Oleh karena itu $\sqrt{I} = \pm I$.

Demikian pula untuk $\sqrt[n]{I}$. Dengan mempertimbangkan $\sqrt[n]{I} = x + yI$,

atau $0 + 1 \cdot I = x^n + (\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k) \cdot I$, dimana $x^n = 0$ dan

$$\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k = 1,$$

atau $y^n = 1$, sehingga $y = \sqrt[n]{1}$ dan diperoleh n solusi: solusi riil $y = 1$ dan $n - 1$ solusi kompleks neutrosophic indeks akar n dari 1.

Dengan cara yang sama, dapat dihitung indeks akar $n \geq 2$ dari bilangan neutrosophic:

$$\sqrt[n]{a - bI} = x + yI$$

atau

$$\begin{aligned} a - bI &= (x + yI)^n \\ &= x^n + \left(y^2 + \sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k \right) \cdot I \\ &= x^n + \left(\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k \right) \cdot I \end{aligned}$$

dimana C_n^k berarti kombinasi n elemen dari k elemen. Sehingga $x = \sqrt[n]{a}$ jika n ganjil atau $x = \pm \sqrt[n]{a}$ jika *n* genap. Selanjutnya

$$\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} a^{\frac{k}{n}} = b$$

Ketika x dan y solusi yang riil, didapatkan solusi riil neutrosophic, dan ketika x dan [illegible] solusi yang kompleks, maka didapatkan solusi kompleks neutrosophic.

Diberikan $a + bi + cI + diI$ merupakan bilangan kompleks neutrosophic, dimana a, b, c, d adalah riil. Akan dihitung akar kuadrat dari:

$$\left(\sqrt{a + bi + cI + diI} \right)^2 = (x + yi + zI + wiI)^2$$

$$\begin{aligned} a + bi + cI + diI \\ &= x^2 - y^2 + z^2 I^2 + w^2 i^2 I^2 + 2xyi + 2xzI + 2xwiI + 2yziI \\ &+ 2ywi^2 + 2zwiI^2 \end{aligned}$$

$$= x^2 - y^2 + z^2I - w^2I + 2xyi + 2xzI + 2xwiI + 2yziI + 2ywI + 2zwiI$$

$$= (x^2 - y^2) + 2xyi + (z^2 - w^2 + 2xz - 2yw) + (2xw + 2yz + 2zw)iI$$

Dengan demikian didapatkan sistem aljabar non-linier dalam empat variabel (x, y, z, w) dan empat persamaan :

$$\begin{cases} x^2 - y^2 = a \\ 2xy = b \\ z^2 - w^2 + 2xz - 2yw = c \\ 2xw + 2yz + 2zw = d \end{cases}$$

Dalam cara yang lebih umum, dapat dihitung indeks n akar bilangan kompleks neutrosophic:

$$(a + bi + cI + diI)^{\frac{1}{n}} = x + yi + zI + wiI,$$

Dimana x, y, z, w adalah variabel himpunan bilangan riil. Jika kedua sisi dipangkatkan n, didapat:

$$a + bi + cI + diI = (x + \sim\_ + zI + wiI)^n$$
$$= f_1(x, y) + f_2(x, y)i + f_3(x, y, w, z)I + f_4(x, y, w, z)iI,$$

dimana f_1, f_2, f_3, f_4 adalah fungsi riil.

Sehingga diperoleh sistem aljababar non-linier dalam empat variabel (x, y, z, w) dan empat persamaan :

$$\begin{cases} f_1(x, y) = a \\ f_2(x, y) = b \\ f_3(x, y, w, z) = c \\ f_4(x, y, w, z) = d \end{cases}$$

yang perlu dipecahkan.

4. Polinomial Neutrosophic

Suatu polinomial yang koefisien (setidaknya salah satu mengandung I) adalah bilangan neutrosophic disebut Polinomial Neutrosophic. Demikian pula disebut Polinomial Riil Neutrosophic jika koefisiennya adalah bilangan riil neutrosophic, sedangkan Polinomial Kompleks Neutrosophic jika koefisiennya merupakan bilangan kompleks neutrosophic. Sebagai contoh:

$$P(x) = x^2 + (2 - I)x - 5 + 3I$$

adalah polinomial riil neutrosophic, sementara

$$Q(x) = 3x^3 + (1 + 6i)x^2 + 5Ix - 4iI$$

adalah polinomial kompleks neutrosophic. Dari polinomial ini dilanjutkan untuk memecahkan Polinomial Riil Neutrosophic atau Polinomial Kompleks Neutrosophic. Dengan mempertimbangkan persamaan polinomial riil neutrosophic berikut:

$$6x^2 + (10 - I)x + 3I = 0$$

dan menyelesaikannya dengan menggunakan formula kuadrat :

$$x = \frac{-(10 - I) \pm \sqrt{(10 - I)^2 - 4(6)(3I)}}{2(6)}$$

$$= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 20I + I^2 - 72I}}{12}$$

$$= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 20I + I - 72I}}{12}$$

$$= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 91I}}{12}$$

Sekarang, perlu dihitung $\sqrt{100 - 91I}$.

Akan ditunjukkan: $\sqrt{100 - 91I} = \alpha + \beta I$, dimana α, β adalah riil. Kuadratkan kedua sisi diperoleh:

$$100 - 91I = \alpha^2 + 2\alpha\beta I + \beta^2 I^2 = \alpha^2 + 2\alpha\beta I + \beta^2 I = \alpha^2 + (2\alpha\beta + \beta^2)I$$

sehingga $\begin{cases} \alpha^2 = 100 \\ 2\alpha\beta + \beta^2 = -91 \end{cases}$

Oleh karena itu $\alpha = \pm\sqrt{100} = \pm 10$.

1) Jika $\alpha = 10$, maka $2(10)\beta + \beta^2 = -91$ atau $\beta^2 + 20\beta + 91 = 0$. Dengan menggunakan rumus kuadrat, diperoleh : $\beta = -7$ dan -13
2) Jika $\alpha = -10$, maka $\beta^2 - 20\beta + 91 = 0$,

   Dengan menggunakan rumus kuadrat, didapatkan : $\beta = 7$ dan 13

   Dengan demikian, keempat solusi adalah:

   $(\alpha, \beta) = (10, -7), (10, -13), (-10, 13), (-10, 7)$.

Selanjutnya akan ditentukan:

$$x = \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 91I}}{12}$$

Oleh karena itu, sebelumnya ditemukan bahwa :

$$\sqrt{100-91I} = 10-7I, \text{ atau} -10+7I, \text{ atau } 10-13I, \text{ atau } -10+13I$$

Karena salah satu memiliki $\pm$ di depan radikal $10-7I$dan $-10+7I$ mendapatkan nilai yang sama untuk x. Demikian pula $10-13I$ dan $-10+13I$ maka dapat ditulis:

$$x_{1,2} = \frac{-10+I \pm (10-7I)}{12}$$

$$x_1 = \frac{-10+I+10-7I}{12} = \frac{-6I}{12} = -\frac{1}{2}I$$

$$x_2 = \frac{-10+I-10+7I}{12} = \frac{-20+8I}{12} = -\frac{5}{3}+\frac{2}{3}I$$

$$x_{3,4} = \frac{-10+I \pm (10-13I)}{12}$$

$$x_3 = \frac{-10+I+10-13I}{12} = \frac{-12I}{12} = -I$$

$$x_4 = \frac{-10+I-10+13I}{12} = \frac{-20+14I}{12} = -\frac{10}{6}+\frac{7}{6}I$$

Terdapat empat solusi neutrosophic $\left\{-\frac{1}{2}I, -\frac{5}{3}+\frac{2}{3}I, -I, -\frac{10}{6}+\frac{7}{6}I\right\}$ untuk polinomial riil neutrosophic derajat 2.

Faktorisasi neutrosophic pertama:

$$P(x) \ = 6x^2 + (10-I)x + 3I$$

$$= 6\left[x-\left(-\frac{1}{2}I\right)\right] \cdot \left[x-\left(-\frac{5}{3}+\frac{2}{3}I\right)\right]$$

$$= 6\left(x+\frac{1}{2}I\right)\left(x+\frac{5}{3}-\frac{2}{3}I\right)$$

Faktorisasi neutrosophic kedua:

$$P(x) \ = 6x^2 + (10-I)x + 3I$$

$$= 6[x—(-I)] \cdot \left[x-\left(-\frac{10}{6}+\frac{7}{6}I\right)\right]$$

$$= 6(x+I)\left(x+\frac{10}{6}-\frac{7}{6}I\right)$$

Berbeda dari polinomial dengan koefisien riil atau kompleks, polinomial neutrosophic tidak memiliki faktorisasi tunggal. Jika diperiksa setiap solusi, akan didapatkan:

$$P(x_1) = P(x_2) = P(x_3) = P(x_4) = 0$$

Dengan melakukan perhitungan :

$$P(x_4) = P\left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right)$$
$$= 6 \cdot \left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right)^2 + (10 - I)\left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right) + 3I$$
$$= 6\left(\frac{100}{36} - \frac{140}{36}I + \frac{49}{36}I^2\right) + \left(\frac{-100}{6}\right) + \frac{70}{6}I + \frac{10I}{6} - \frac{7}{6}I^2 + 3I$$
$$= \frac{100}{6} - \frac{140 \cdot I}{6} + \frac{49 \cdot I}{6} - \frac{100}{6} + \frac{70 \cdot I}{6} + \frac{10 \cdot I}{6} - \frac{7 \cdot I}{6} + \frac{18I}{6}$$
$$= \frac{-140I + 49I + 70I + 10I - 7I + 18I}{6}$$
$$= \frac{0 \cdot I}{6} = \frac{0}{6} = 0$$

V. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa operasi pembagian pada bilangan neutrosophic $\frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I}$ terdefinisi jika $a_2 \neq 0$ dan $a_2 \neq -b_2$. Pembagian oleh $I, -I$ dan secara umum oleh kI, yakni $\frac{kI}{I}$ dan $\frac{a+bI}{kI}$ tidak terdefinisi untuk k riil. Berdasarkan syarat pembagian pada bilangan neutrosophic maka terdapat beberapa konsekuensi penting yakni, $\frac{I}{a+bI} = \frac{1}{a+b} \cdot I$; $\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} - \frac{bc}{a(a+b)} \cdot I$ dan $\frac{kI}{a+bI} = \frac{k}{a+b} \cdot I$. solusi akar-akar dari suatu polinomial riil neutrosophic berderajat dua dapat memiliki empat solusi.

DAFTAR PUSTAKA

Brown, J. W., Churchill, R.V. 2009. *Complex Variables and Appliations*. M Graw-Hill Higher Eduaction.

Munir, Rinaldi. 2005. *Matematika Diskrit, Edisi 3*. Informatika Bandung

Smarandache, Florentin. 2014. *Introduction to Neutrosophic Statistics*. Sitech & Education Publishing.

Sukirman. 2013. *Teori Bilangan*. UNY Yogyakarta. Yogyakarta