



SEKOLAH TINGGI KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN **STKIP PGRI JOMBANG**

Jl. Pattimura III/20 Telp. (0321) 861319 - 854319 Fax. (0321) 854319 Jombang

PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN EKONOMI
TERAKREDITASI : SK BAN-PT No. 192/BAN-PT/Ak-XVI/S1/IX/2013
PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN PANCASILA DAN KEWARGANEGARAAN
TERAKREDITASI : SK BAN-PT. No. 1133/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2015
PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN MATEMATIKA
TERAKREDITASI : SK BAN-PT. No. 0259/SK/BAN-PT/Akred/S/IV/2016

PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN BAHASA DAN SASTRA INDONESIA
TERAKREDITASI : SK BAN-PT No. 1694/SK/BAN-PT/Akred/S/VIII/2016
PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN BAHASA INGGRIS
TERAKREDITASI : SK BAN-PT. No. 1162/SK/BAN-PT/Akred/S/XII/2015
PROGRAM STUDI : PENDIDIKAN JASMANI DAN KESEHATAN
TERAKREDITASI : SK BAN-PT. No. 1189/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2016

SURAT KETERANGAN **Nomor: 922/7.088/KL/2018**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Masruchan, M.Pd.

NIK : 0104770032

Jabatan : Kepala Bagian IT

Menerangkan bahwa artikel ilmiah dengan judul:

Peran Algoritma Julia Set dalam Mengkonstruksi Pembelahan Sel Mitosis

Karya: 1. **Faridatul Masrurroh**

2. **Esty Saraswati Nurhartiningrum**

Bebas plagiasi sesuai dengan hasil pemeriksaan tingkat keunikan sebesar 96% yang dapat dilihat pada

URL: <https://goo.gl/JdV6oR>

Demikian keterangan ini kami buat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Dr. Munawaroh, M.Kes.
NIP. 196411251991032001

Jombang, 2 Agustus 2018
Menyetujui,
Kepala Bagian IT

Dr. Masruchan, M.Pd.,
NIK. 0104770032

96% Unique

Total 22832 chars, 3241 words, 156 unique sentence(s).

Custom Writing Services - *Paper writing service you can trust. Your assignment is our priority! Papers ready in 3 hours! Proficient writing: top academic writers at your service 24/7! Receive a premium level paper!*

STORE YOUR DOCUMENTS IN THE CLOUD - *1GB of private storage for free on our new file hosting!*

Results	Query	Domains (original links)
Unique	Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam April 2016, Vol.4, No.2, hal.173-184 ISSN(P): 2527-3744	-
Unique	ISSN(E):2541-6499 ©2016 Tadris Matematika IAIN Palopo	-
Unique	The stages of mitotic division consists of prophase, metafese, anaphase, telophase and interphase	-
Unique	Mitosis biasanya diikuti dengan sitokinesis, yaitu pembagian sitoplasma untuk dua sel anak yang identik	-
Unique	Tahap-tahap pembelahan mitosis terdiri dari profase, metafese, anafase, telofase dan interfase	-
Unique	Kata kunci: Algoritma Himpunan Julia, Pembelahan Sel Mitosis	-
Unique	Demikian juga awan, jika diambil bagiannya maka tampak serupa dengan bagian induknya	-
Unique	Hal ini sesuai dengan konsep geometri fraktal	-
Unique	Apollonian Gaskets, yaitu suatu lingkaran yang di dalamnya memuat lingkaran-ingkaran yang sebangun	-
Unique	The T-Square Fractal adalah suatu persegi yang menghasilkan persegi-persegi yang sebangun	-
Unique	Tepian pantai, karena setiap bagian lekungan pantai sebangun dengan lekungan-lekungan lainnya	-
Unique	Dalam ilmu biologi, pada pembelahan sel mitosis juga merupakan contoh dari geometri fraktal	-
1 results	Karena hasil pembelahan tersebut identik dengan sel induknya	seminar.uny.ac.id
Unique	1 Ahsnul In'am, Pengantar Geometri (Malang: Banyumedia Publishing, 2003)	-

Unique	Makki, Multi-Band Fractal Antenna Modeling (Gazimagusa: Eastern Mediterranean University, 2013)	-
Unique	Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 175 (a) (b) (c) (d) Gambar	-
930 results	Mitosis umumnya diikuti sitokinesis yang membagi sitoplasma dan membran sel	smartfarmers.blogspot.com andhika-ze.blogspot.com carabuatbloggampangdanmudah.blogspot.com edirahmanda.blogspot.com citrawulansuci.blogspot.com scribd.com academia.edu salambibiologi.blogspot.com pujoduryatbeta.blogspot.com siiaynee.blogspot.com
Unique	Menurut para ilmuwan matematika geometri fraktal didefinisikan sebagai bangun dengan dimensi bukan bulangan bulat	-
Unique	Kepingan Salju Penemu dari kurva kepingan salju adalah Von Koch	-
Unique	2) Setiap sisi dibagi (dikenakan patahan) menjadi empat bagian yang sama panjang	-
Unique	4) Tahapan nomor 2 diberlakukan pada masing-masing sisi yang baru	-
Unique	Dilakukan terus menerus sehingga terbentuk kepingan salju Gambar	-
Unique	Kurva Kepingan Salju oleh Koch	-
Unique	7 D Lawson and P Shrestha, Fractal Geometry (Minnesota: Minnesota State University Moorhead, 2006)	-
Unique	Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 177 Gambar	-
Unique	Pohon Kera (Monkeys Tree) Pengkonstruksi dari grafik Monkeys Tree adalah Von Koch	-
Unique	Adapun tahapan pengkonstruksiannya adalah: 1) Diawali dari suatu garis lurus	-
Unique	2) Dibuat patahan-patahan dan dibentuk seperti dibawah ini	-
Unique	4) Dan jika dilakukan terus-menerus, maka didapatkan grafik berikut	-
Unique	Penggunaan Geometri Fraktal dalam perancangan arsitektur, membuat penggunaanya berpikir secara kreatif	-
Unique	10 Hasang and Supardjo, "Geometri Fraktal Dalam Rancangan Arsitektur	-
Unique	Pembelahan sel mempunyai tujuan: (1)	-
Unique	Regenerasi sel-sel yang rusak/mati, (2)	-
Unique	Berkembang biak (reproduksi), dan (4)	-
Unique	Mula-mulai bagian inti sel membelah, setelah diikuti pembelahan sitoplasma	-

Unique	Tahap-tahap pembelahan mitosis terdiri dari profase, metafese, anafase, telofase dan interfase Gambar	-
Unique	Meiosis terbagi menjadi 2 tahapan 11	-
Unique	N Azhar, Dasar-Dasar Biologi Molekular (Bandung: Widya Padjadjaran, 2008)	-
Unique	Schust, At a Glance Sistem Reproduksi, 2nd ed	-
1 results	(Jakarta: Erlangga Medical Series, 2006)	scribd.com
Unique	13 Irianto, Mikrobiologi Menguk Dunia Mikroorganisme	-
Unique	Meiosis berfungsi mengurangi jumlah kromosom agar keturunannya memiliki jumlah kromosom yang sama	-
Unique	Pada tumbuhan terjadi di benangsari dan putik	-
26 results	Pada hewan terjadi pada alat kelamin	powershow.com yudopri.files.wordpress.com genetika-gen.blogspot.com scribd.com chaanababan.wordpress.com coursehero.com slideshare.net chaanababan.wordpress.com tatafajri.blogspot.com authorstream.com
Unique	Mitosis umumnya diikuti sitokinesis yang membagi sitoplasma dan membran sel	-
Unique	Beberapa fraktal bisa dipecah menjadi beberapa bagian yang semuanya mirip dengan bentuk aslinya	-
Unique	2) Kemudian membentuk algoritma yang tepat sehingga terbangun kurva pembelahan sel mitosis	-
Unique	3) Merangkum penemuan utama studi ini dan menarik kesimpulan serta implikasi kebijakan	-
Unique	dimana Z dan c adalah bilangan kompleks	-
Unique	Adapun algoritma yang digunakan adalah algoritma escape-time	-
Unique	Karena salah satu interpretasi dari himpunan fractal Gambar	-
Unique	Mandelbrot Set Persamaan Matematika Julia Set Persamaan matematika Julia Set dilakukan oleh Gaston Julia	-
Unique	Tahap-tahap pembelahan mitosis terdiri dari profase, metafese, anafase, telofase dan interfase	-
Unique	Selanjutnya Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 182 persamaan tersebut diaplikasikan pada program Matlab R2008a	-
Unique	Berikut kurva tahap profase berdasarkan hasil uji coba dengan Matlab R2008a	-
Unique	Berikut kurva tahap telofase berdasarkan hasil uji coba dengan Matlab R2008a	-
Unique	Berikut kurva tahap interfase berdasarkan hasil uji coba dengan Matlab R2008a	-

Unique	Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 183 Gambar 13	-
Unique	Mitosis biasanya diikuti dengan sitokinesis, yaitu pembagian sitoplasma untuk dua sel anak yang identik	-
10 results	Tahap-tahap pembelahan mitosis terdiri dari profase, metafase, anafase, telofase dan interfase	artikelsiana.com malamalaikat.blogspot.com seminar.uny.ac.id scribd.com scribd.com
Unique	Sementara tahap metafase dan anafase menggunakan algoritma Julia Set	-
Unique	Bandung: Widya Padjadjaran, 2008	-
Unique	Tangerang Selatan: Binarupa Aksara, 2012	-
Unique	Hasang, Stenly, and Surijadi Supardjo	-
Unique	"Geometri Fraktal Dalam Rancangan Arsitektur	-
1 results	Jakarta: Erlangga Medical Series, 2006	scribd.com
Unique	Malang: Banyumedia Publishing, 2003	-
Unique	Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme	-
Unique	Bandung: Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 184 Yrama Widya, 2013	-
29 results	" Delft University of Technology,	en.wikipedia.org topuniversities.com shanghairanking.com tudelft.nl en.wikipedia.org edx.org qutech.nl cm2018.org doris.tudelft.nl tudelft.nl
Unique	Minnesota: Minnesota State University Moorhead, 2006	-
Unique	Multi-Band Fractal Antenna Modeling	-
Unique	Gazimagusa: Eastern Mediterranean University, 2013	-
Unique	Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2011	-
Unique	the course, the graph circular, blending and converging to the center, and size scale in	-
Unique	cell division that splits into two cells, and each cell has the same chromosomes as	-
Unique	Mitosis is usually followed by cytokinesis, the division of the cytoplasm to two identical	-
Unique	Of the five stages only obtained three stages which can be searched equation through	-
Unique	The mathematical equation for prophase and interphase are the same, namely $\frac{1}{2} + 1$	-

Unique	At prophase position x is $-0,9 \leq x \leq 0,1$ while at the interphase	-
Unique	The mathematical equation for telophase stage is $\frac{1}{2}x + 1 = 2\frac{1}{2}x$	-
Unique	tidak kontinu, tidak monoton naik saja atau turun saja, grafiknya melingkar, menyatu serta memusat ke	-
Unique	Hal ini sama dengan prinsip pembelahan sel mitosis yaitu proses pembelahan sel yang memisah	-
Unique	Dari kelima tahap tersebut hanya diperoleh tiga tahap yang dapat dicari persamaannya melalui algoritma	-
Unique	Persamaan matematika untuk tahap profase dan interfase adalah sama yaitu $\frac{1}{2}x + 1$	-
Unique	Pada tahap profase posisi x adalah $-0,9 \leq x \leq 0,1$ sedangkan pada tahap	-
Unique	Persamaan matematika untuk tahap telofase adalah $\frac{1}{2}x + 1 = 2\frac{1}{2}x$	-
Unique	Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 174 Pendahuluan Dalam fenomena alam, terdapat banyak bangun-bangun yang	-
Unique	Misal, tiang listrik yang diasumsikan pada persamaan garis, bulan purnama pada persamaan lingkaran, dan	-
Unique	Tetapi ketika gunung dilihat dari kejauhan tampaklah sebuah bangun segitiga, bila dilihat lebih dekat	-
Unique	Bangun geometri garis, lingkaran, dan segitiga yang selama ini dipelajari merupakan hasil dari pemikiran	-
Unique	Pohon, jika diambil bagian dahannya lalu dipadankan dengan pohon tersebut maka akan tampak dahan	-
Unique	geometri fraktal adalah suatu struktur yang memiliki substruktur, masing- masing substruktur tersebut memiliki substruktur	-
Unique	Artinya setiap substruktur tersebut merupakan replika kecil dari struktur yang besar yang memuatnya	-
Unique	Contoh yang paling sederhana dari geometri fraktal adalah jika seseorang memegang cermin di hadapan	-
Unique	dan di dalam yang ada di bayangannya, ada bayangan si pemegang cermin itu lagi, dan	-
Unique	Contoh geometri fraktal adalah Sierpiński triangle, yaitu suatu segitiga yang di dalamnya memuat segitiga-segitiga	-
Unique	Contoh fraktal dalam lingkungan sehari-hari adalah pohon cemara dan tumbuhan paku, karena setiap cabangnya	-
Unique	Tumbuhan Paku Mitosis adalah proses pembagian genom yang telah digandakan oleh sel ke dua	-
Unique	Proses ini menghasilkan dua sel anakan yang identik, yang memiliki distribusi organel dan komponen	-
Unique	awal terbagi menjadi dua sel anakan yang memiliki genetik yang sama dengan sel awal	-
Unique	Berdasarkan uraian tersebut, hal ini mendorong penulis untuk memperoleh persamaan matematika yang sesuai dengan	-

Unique	Kerangka Teoretis Keterbatasan manusia dalam dalam memahami kompleksitas alam telah menyebabkan manusia kemudian memecahkan	-
Unique	Karena di dalam kerumitan terdapat suatu kesederhanaan dan di dalam kekacauan terdapat suatu keberaturan	-
Unique	Bukan bilangan bulat karena karakteristik utama geometri fraktal selain dimensinya adalah self-similarity (kemiripan terhadap	-
Unique	4 H Khanbareh, "Fractal Dimension Alaysis of Grain Boundaries of 7XXX Aluminum Alloys and	-
Unique	5 Stenly Hasang and Suriyadi Supardjo, "Geometri Fraktal Dalam Rancangan Arsitektur," Media Matrasain 9,	-
Unique	Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 176 Pohon cemara dan tumbuhan paku, dahan dari pohon	-
Unique	Dengan tingkatan yang berbeda, jika peta garis pantai diamati, akan didapatkan pengulangan/kesamaan bentuk dengan	-
Unique	Lebih lanjut dikatakan bahwa geometri fraktal adalah suatu struktur yang memiliki substruktur, masing-masing substruktur	-
Unique	bidang dan ruang) dan unsur tersebut mengalami patahan-patahan, karena itu dalam penelitian ini tahapan pengkonstruksian	-
Unique	Tahapan pengkonstruksian kepingan salju oleh Koch sebagai berikut: 1) Diawali dari satu segitiga sama	-
Unique	3) Dua garis bagian tengah masing-masing ditarik sehingga terbentuk suatu segitiga yang tidak memiliki	-
Unique	Kurva Hilbert Kurva Hilbert adalah kurva yang diperoleh dari garis lurus yang dipatah menjadi	-
Unique	8 Dengan melakukan iterasi dengan cara yang sama pada bagian yang baru maka diperoleh	-
Unique	3) Jika dilakukan tahapan yang sama dengan nomor 2 pada grafik yang baru yang	-
Unique	Geometri Fraktal Daun Dua metode yang berbeda yang digunakan menentukan dimensi fraktal dari dua	-
Unique	Serupa diri daun yang terstruktur ditemukan di pakis dan tumbuhan yang sederhana, daun berbentuk	-
Unique	alam ataupun bentuk dari fraktal itu sendiri, kemudian bentuk tersebut mengalami proses penggandaan tanpa batas	-
Unique	Karena dalam pengaplikasiannya tidak hanya menyangkut bentukan dari bangunan, namun juga mengkaji tentang skala	-
Unique	makhluk hidup, oleh karena itu sel sangat menentukan fungsi dan bentuk dari organ atau jaringan	-
Unique	jaringan dengan tujuan fungsi tertentu disebut organ 11 Untuk bisa mencapai jumlah banyak, sel melakukan	-
Unique	baru melalui tahap-tahap tertentu dan menghasilkan sel anak dengan jumlah dan jenis kromosom yang sama	-

Unique	Dari satu sel lalu menjadi dua sel anak identik, masing-masing sel anak mewarisi kromosom	-
Unique	Jika sel induk memiliki 2n kromosom, setiap sel anak juga memiliki 2n kromosom Pembelahan	-
Unique	Proses Pembelahan Mitosis 2) Pembelahan Meiosis Meiosis atau pembelahan reduksi adalah pembelahan dengan proses	-
Unique	Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 179 besar yaitu meiosis I dan meiosis II,	-
Unique	Proses Pembelahan Meiosis Tujuan dari pembelahan miosis pada hewan bersel banyak, untuk membentuk sel	-
Unique	Hubungan Pembelahan Sel Mitosis dengan Geometri Fraktal Mitosis adalah proses pembagian genom yang telah	-
Unique	Proses ini menghasilkan dua sel anakan yang identik, yang memiliki distribusi organel dan komponen	-
Unique	Mitosis dan sitokenesis merupakan fase mitosis (fase M) pada siklus sel, di mana sel	-
Unique	14 Sementa itu, Fraktal adalah geometris yang memiliki skala yang identik, sehingga terlihat geometris	-
Unique	Fraktal dikatakan memiliki detil yang tak hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada	-
Unique	Pada banyak kasus, sebuah fraktal bisa dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola, biasanya dalam	-
Unique	Proses pembelahan sel mitosis menghasilkan dua sel anakan yang identik, yang memiliki distribusi organel	-
Unique	Ini identik dengan sifat geometri fraktal yaitu geometris yang bagiannya memiliki skala yang identik	-
Unique	Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 180 Metode Penelitian Penelitian ini merupakan penelitian survey literature,	-
Unique	Tahapan penelitian yang dilakuan adalah sebagai berikut: 1) Menentukan persamaan matematika yang sesuai dengan	-
Unique	Secara garis besar prosedur penelitian yang digunakan oleh peneliti terdiri dari tiga tahap, yaitu	-
Unique	1) Tahap Perencanaan Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah pengkajian teori tentang geometri	-
Unique	2) Tahap Pelaksanaan Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah membuat dan menerapkan algoritma	-
Unique	3) Tahap Pembuatan Laporan Pada tahap ini, peneliti membuat laporan hasil penelitian mengenai kajian	-
Unique	bergelar Bapak Fraktal) membuat dan menjalankan algoritma pembangkitan fraktal, yaitu persamaan $x_{n+1} = 1 - x_n^2$	-
Unique	dan $y_{n+1} = x_n^2$, dengan x adalah bilangan real dan y adalah bilangan	-
Unique	titik Z n awal diperoleh dua jenis karakteristik posisi yaitu titik-titik yang selalu tetap pada	-
Unique	Titik-titik yang berada dalam batas tertentu disebut titik tertahan dan titik-titik yang menjauh disebut	-

Unique	ke nilai pixel, fungsi bilangan kompleks menggunakan dua jenis bilangan, yaitu bilangan real dan bilangan	-
Unique	c diatur ke nilai pixel, sedangkan pada Julia Set $\square$ 0 diatur dengan nilai pixel	-
Unique	Julia Set Persamaan Matematika & Sel Mitosis Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini	-
Unique	Agar mengetahui persamaan matematik dari kurva pembelahan sel mitosis (pada tahap pembelahan mitosis), maka	-
Unique	Persamaan matematika kurva Julia Set adalah $\square\square + 1 = \square\square 2$	-
Unique	Selanjutnya dari persamaan tersebut dilakukan perubahan-perubahan sehingga memperoleh kurva yang sesuai dengan pada tahap	-
Unique	= $2\square\square 2 - 1 - \square$ menghasilkan kurva sesuai dengan tahap profase, yaitu	-
Unique	, maka diperoleh kurva sesuai dengan tahap telofase, yaitu setiap kromosom memisahkan diri menjadi dua	-
Unique	Kurva Tahap Telofase ($\square\square + 1 = 2\square\square 2 + \square$) Langkah	-
Unique	-0,9 $\leq \square \leq$ 0,9 diperoleh kurva sesuai dengan tahap interfase, yaitu sel telah terpisah	-
1 results	atau turun saja, grafiknya melingkar, menyatu serta memusat ke tengah, dan ukurannya skala pada tiap	seminar.uny.ac.id
Unique	Hal ini sama dengan prinsip pembelahan sel mitosis yaitu proses pembelahan sel yang memisah	-
Unique	Dari kelima tahap tersebut hanya diperoleh tiga tahap yang dapat dicari persamaannya melalui algoritma	-
Unique	Persamaan matematik untuk tahap profase dan interfase adalah sama yaitu $\square\square + 1$	-
Unique	Pada tahap profase posisi $\square$ adalah $-0,9 \leq \square \leq 0,1$ sedangkan pada tahap	-
Unique	Persamaan matematik untuk tahap telofase adalah $\square\square + 1 = 2\square\square 2$	-
Unique	+ $\square$, sedangkan yang menghasilkan tahap anafase adalah $\square\square + 1 = 2\square$	-
Unique	"Fractal Dimension Alaysis of Grain Boundaries of 7XXX Aluminum Alloys and Its Relationship to	-

Top plagiarizing domains: scribd.com (6 matches); seminar.uny.ac.id (3 matches); tudelft.nl (2 matches); en.wikipedia.org (2 matches); chaanababan.wordpress.com (2 matches); andhika-ze.blogspot.com (1 matches); topuniversities.com (1 matches); malamalaikat.blogspot.com (1 matches); artikelsiana.com (1 matches); authorstream.com (1 matches); shanghai ranking.com (1 matches); smartfarmers.blogspot.com (1 matches); doris.tudelft.nl (1 matches); cm2018.org (1 matches); qutech.nl (1 matches); edx.org (1 matches); tatafajri.blogspot.com (1 matches); slideshare.net (1 matches); pujoduryatbeta.blogspot.com (1 matches); salambibiologi.blogspot.com (1 matches); academia.edu (1 matches); edirahmanda.blogspot.com (1 matches); siliaynee.blogspot.com (1 matches); powershow.com (1 matches); coursehero.com (1 matches); carabuatbloggampangdanmudah.blogspot.com (1 matches); genetika-gen.blogspot.com (1 matches); yudopri.files.wordpress.com (1 matches); citrawulansuci.blogspot.com (1 matches);

Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan April 2016, Vol.1, No.2, hal.173-184 ISSN(K): 2527-3744; ISSN(E):2541-6499; ©2016 www.tadris Matematika IAIN Palopo. http://ejournal.iainpalopo.ac.id/index.php/khwarizmi

Pembelahan Sel Mitosis 1 Faridatul Masruroh 2 Esty Saraswati Nurhatiningrum Sekolah Tinggi Keguruan Ilmu Pendidikan PGRI Jombang E-mail: 1 sinuslegowo@gmail.com Abstract Fractal geometry is a structure that is constructed of an element geometry (points, lines, areas, and space) and these elements are experiencing faults equation is not continuous, nonotating go up or down the course, the graph circular, blending and converging to the center, and size scale in each substructure same. This is similar to the principle of cell division, mitosis is the process of cell division that splits into two cells, and each cell has the same chromosomes as their parent. Mitosis is usually followed by cytokinesis, the division of the cytoplasm to two identical daughter cells. The stages of mitotic division consists of prophase, metafase, anafase, telofase and interphase. Of the five stages only obtained three stages that can be searched equation through the Julia Set algorithm, namely prophase, telofase, and interphase. The mathematical equation for prophase and interphase are the same, namely $x = 2 \cdot \left[\frac{x}{2} - 1 \right]$, the difference is the position x. At prophase position $x = -0.9 \leq x \leq 0.1$ while at the interphase stage position $x = -0.9 \leq x \leq 0.9$. The mathematical equation for telofase stage is $x = 1 + 2 \cdot \left[\frac{x}{2} + 1 \right]$. Keywords: Julia Set Algorithm, Cytology Mitosis Abstrak Geometri fraktal adalah suatu struktur yang dikonstruksi dari suatu unsur geometri (titik, garis, bidang, dan ruang) dan unsur tersebut mengalami patahan-patahan persamaannya tidak kontinu, tidak monoton naik saja atau turun saja, grafiknya melingkar, menyatu serta memusat ke tengah, dan ukurannya skala pada tiap substrukturnya sama. Hal ini sama dengan prinsip pembelahan sel mitosis yaitu proses pembelahan sel yang memisah menjadi dua sel dan setiap sel memiliki kromosom yang sama dengan induknya. Mitosis biasanya diikuti dengan sitokinesis, yaitu pembagian sitoplasma untuk dua sel anak yang identik. Tahap-tahap pembelahan mitosis terdiri dari profase, metafase, anafase, telofase dan interfase. Dari kelima tahap tersebut hanya diperoleh tiga tahap yang dapat dicari persamaannya melalui algoritma Julia Set, yaitu tahap profase, telofase, dan interfase. Sementara tahap metafase dan anafase menggunakan algoritma Julia Set. Persamaan matematik untuk tahap profase dan interfase adalah sama yaitu $x = 2 \cdot \left[\frac{x}{2} - 1 \right]$, yang membedakan adalah posisi x . Pada tahap profase posisi x adalah $-0.9 \leq x \leq 0.1$ sedangkan pada tahap interfase posisi x adalah $-0.9 \leq x \leq 0.9$. Persamaan matematik untuk tahap telofase adalah $x = 1 + 2 \cdot \left[\frac{x}{2} + 1 \right]$. Kata kunci: Algoritma Himpunan Julia, Pembelahan Sel Mitosis, Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 174 Pendahuluan Dalam fenomena alam, terdapat banyak bangun-bangun yang dapat dengan mudah direpresentasikan dalam persamaan matematika dan dapat digambarkan dengan mudah. Misal, tiang listrik yang diasumsikan pada prsamaan garis, bulan purnama pada persamaan lingkaran, dan almari pada bangun ruang. Tetapi ketika gunung dilihat dari kejauhan tampaklah sebuah bangun segitiga, bila dilihat lebih dekat lagi akan terlihat bangun-bangun kerucut atau piramida. Bangun geometri garis, lingkaran, dan segitiga yang selama ini dipelajari merupakan hasil dari pemikiran Euclid pada tahun 300 SM 1. Pohon, jika diambil bagian dahannya lalu dipadankan dengan pohon tersebut maka akan tampak dahan tersebut merupakan replika dari induknya. Demikian juga awan, jika diambil bagiannya maka tampak serupa dengan bagian induknya. Hal ini sesuai dengan konsep geometri fraktal. Geometri fraktal adalah suatu struktur yang memiliki substruktur, masing-masing substruktur tersebut memiliki substruktur lagi begitu seterusnya dengan ukuran yang equivalent. Artinya setiap substruktur tersebut merupakan replika kecil dari struktur yang besar yang memuatnya 2. Contoh yang paling sederhana dari geometri fraktal adalah jika seseorang memegang cermin di hadapan sebuah cermin. Maka akan terlihat di dalam cermin yang dipegang ada bayangan orang yang memegang cermin dan di dalam yang ada di bayangannya, ada bayangan si pemegang cermin itu lagi, dan seterusnya. Contoh geometri fraktal adalah Sierpinski triangle, yaitu suatu segitiga yang di dalamnya memuat segitiga-segitiga yang sebangun. Apollonian Gaskets, yaitu suatu lingkaran yang di dalamnya memuat lingkaran-lingkaran yang sebangun. The T-Square. Fractal adalah suatu persegi yang menghasilkan persegi-persegi yang sebangun. Contoh fraktal dalam lingkungan sehari-hari adalah pohon cemara dan tumbuhan paku, karena setiap cabangnya merupakan replika dari pohon tersebut. Tepian pantai, karena setiap bagian lekungan pantai sebangun dengan lekungan-lekungan lainnya. Dalam ilmu biologi, pada pembelahan sel mitosis juga merupakan contoh dari geometri fraktal. Karena hasil pembelahan tersebut identik dengan sel induknya. 1 Ahsnul In'am, Pengantar Geometri (Malang: Banyumedia Publishing, 2003). 2 H.M. Makki, Multi-Band Fractal Antenna Modeling (Gazimagusa: Eastern Mediterranean University, 2013). Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 175 (a) (b) (c) (d) Gambar 1. (a). Sierpinski Triangle; (b). Apollonian Gaskets; (c). The T-Square Fractal; (d). Tumbuhan Paku Mitosis adalah proses pembagian genom yang telah digandakan oleh sel ke dua sel identik yang dihasilkan oleh pembelahan sel. Mitosis umumnya diikuti sitokinesis yang membagi sitoplasma dan membran sel. Proses ini menghasilkan dua sel anak yang identik, yang memiliki distribusi organel dan komponen sel yang nyaris sama. Mitosis dan sitokinesis merupakan fase mitosis (fase M) pada siklus sel, di mana sel awal terbagi menjadi dua sel anak yang memiliki genetik yang sama dengan sel awal 3. Berdasarkan uraian tersebut, hal ini mendorong penulis untuk memperoleh persamaan matematika yang sesuai dengan kurva pembelahan sel mitosis. Kerangka Teoretis Keterbatasan manusia dalam memahami kompleksitas alam telah menyebabkan suatu sistem menjadi subsistem-subsistem kecil (fraction) yang lebih mudah untuk dipelajari. Karena di dalam kerumitan terdapat suatu kesederhanaan dan di dalam kekacauan terdapat suatu keberaturan 4 Mandelbrot menjelaskan bahwa fraktal diambil dari bahasa latin fractus yang artinya patahan. Menurut para ilmuwan matematika geometri fraktal didefinisikan sebagai bangun dengan dimensi bukan bulatan bulat. Bukan bilangan bulat karena karakteristik utama geometri fraktal selain dimensinya adalah self-similarity (kemiripan terhadap dirinya), pengulangan dan penskalaan 5 3 K Irianto, Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme, 1st ed. (Bandung: Yrama Widya, 2013). 4 H Khanbareh, "Fractal Dimension Alalysis of Grain Boundaries of 7XXX Aluminum Alloys and Its Relationship to Fracture Toughness" (Delft University of Technology, n.d.). 5 Stenly Hasang dan Surijadi Supardjo, "Geometri Fraktal Dalam Rancangan Arsitektur," Media Matrasain 9, no 1 (2012). Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 176 Pohon cemara dan tumbuhan paku, dahan dari pohon cemara merupakan kemiripan bentuk dari pohon cemara secara keseluruhan dengan ukuran/skala yang lebih kecil. Dengan tingkatan yang berbeda, jika peta garis pantai diamati, akan didapatkan pengulangan/kesamaan bentuk dengan menfokuskan pada bagian tertentu. Lebih lanjut dikatakan bahwa geometri fraktal adalah suatu struktur yang memiliki substruktur, masing-masing substruktur tersebut memiliki substruktur lagi begitu seterusnya dengan ukuran yang equivalent. Artinya setiap substruktur tersebut merupakan replika kecil dari struktur yang besar yang memuatnya 6 Perkembangan Geometri Fraktal Geometri fraktal adalah suatu struktur yang dikonstruksi dari unsur geometri (titik, garis, bidang dan ruang) dan unsur tersebut mengalami patahan-patahan, karena itu dalam penelitian ini tahapan pengkonstruksian geometri fraktal dimulai dari yang termudah diantaranya adalah: 1. Kepening Salju Penemu dari kurva kepingan salju adalah Von Koch 7. Tahapan pengkonstruksian kepingan salju oleh Koch sebagai berikut: 1) Diawali dari sutu segitiga sama sisi. 2) Setiap sisi dibagi (dikenakan patahan) menjadi empat bagian yang sama panjang. 3) Dua garis bagian tengah masing-masing ditarik sehingga terbentuk suatu segitiga yang tidak memiliki alas. 4) Tahapan nomor 2 diulakukan pada masing-masing sisi yang baru. Dilakukan terus menerus sehingga terbentuk kepingan salju Gambar 2. Kurva Kepening Salju oleh Koch 2. Kurva Hilbert Kurva Hilbert adalah kurva yang diperoleh dari garis lurus yang dipatahkan menjadi tiga bagian yang kongruen. 8 Dengan melakukan iterasi dengan cara yang sama pada bagian yang baru maka diperoleh kurva sebagai berikut. 6 Iblid. 7 D Lawson and P Shrestha, Fractal Geometry (Minnesota: Minnesota State University Moorhead, 2006). Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 177 Gambar 3. Kurva Hilbert 3. Pohon Kera (Monkeys Tree) Pengkonstruksi dari grafik Monkeys Tree adalah Von Koch. Adapun tahapan pengkonstruksiannya adalah: 1) Diawali dari suatu garis lurus. 2) Dibuat patahan-patahan dan dibentuk seperti dibawah ini. 3) Jika dilakukan tahapan yang sama dengan nomor 2 pada grafik yang baru yang baru, maka grafiknya menjadi seperti dibawah ini. 4) Dan jika dilakukan terus-menerus, maka didapatkan grafik berikut. Gambar 4. Pohon Kera 4. Geometri Fraktal Daun Dua metode yang berbeda yang digunakan menentukan dimensi fraktal dari dua daun berbentuk berbeda. Serupa diri daun yang terstruktur ditemukan di pakis dan tumbuhan yang sederhana, daun berbentuk tunggal memiliki sasaran aplikasi geometri fraktal 9. 5. Geometri Fraktal dalam Rancangan Arsitektur Fraktal atau Geometri Fraktal dalam bidang arsitektur dipahami sebagai sebuah konsep atau strategi dalam perancangan arsitektur dengan mengambil bentuk secara bebas, baik bentuk-bentuk dari alam ataupun bentuk dari fraktal itu sendiri, kemudian bentuk tersebut mengalami proses penggantian tanpa batas dalam berbagai macam ukuran atau dimensi. Penggunaan Geometri Fraktal dalam perancangan arsitektur, membuat penggunaanya berpikir secara kreatif. Karena dalam pengaplikasiannya tidak hanya menyangkut bentukkan dari bangunan, namun juga mengkaji tentang skala (ukuran) serta komponen dari bangunan tersebut 10 Iblid. 10 Hasang dan Supardjo, "Geometri Fraktal Dalam Rancangan Arsitektur." Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 178 Pembelahan Sel Mitosis Sel merupakan struktur terkecil dari makhluk hidup, oleh karena itu sel sangat menentukan fungsi dan bentuk dari organ atau jaringan yang disusunnya. Kumpulan dari banyak sel dengan struktur dan fungsi yang sama disebut jaringan dan kumpulan jaringan dengan tujuan fungsi tertentu disebut organ 11 Untuk bisa mencapai jumlah banyak sel melakukan pembelahan. Pembelahan sel mempunyai tujuan: (1). Regenerasi sel-sel yang rusak/mati, (2). Pertumbuhan dan perkembangan. (3). Berkembang biak (reproduksi), dan (4). Variasi individu baru. 12 Terdapat dua macam pembelahan sel dengan tujuan dan fungsi yang berbeda, yaitu : 13 1) Pembelahan Mitosis Pembelahan mitosis adalah proses pembelahan inti sel menjadi dua inti sel baru melalui tahap-tahap tertentu dan menghasilkan sel anak dengan jumlah dan jenis kromosom yang sama dengan sel induknya. Dari satu sel lalu menjadi dua sel anak identik, masing-masing sel anak mewarisi kromosom yang sama banyak dengan kromosom induknya. Jika sel induk memiliki 2n kromosom, setiap sel anak juga memiliki 2n kromosom Pembelahan mitosis terjadi melalui beberapa tahapan. Mula-mula bagian inti sel membelah, setelah diikuti pembelahan sitoplasma. Tahap-tahap pembelahan mitosis terdiri dari profase, metafase, anafase, telofase dan interfase Gambar 5. Proses Pembelahan Mitosis 2) Pembelahan Meiosis Meiosis atau pembelahan reduksi adalah pembelahan dengan proses yang hampir sama dengan pembelahan mitosis namun pada meiosis terjadi pengurangan (reduksi) jumlah kromosom. Meiosis terbagi menjadi 2 tahapan 11 T.N Azhar, Dasar-Dasar Biologi Molekular (Bandung: Widya Padjadjaran, 2008). 12 L.J. Heffner and D.J. Schust, At a Glance Sistem Reproduksi, 2nd ed. (Jakarta: Erlangga Medical Series, 2006). 13 Irianto, Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme. Peran Algoritma Julia Set Al-Khwarizmi - 179 besar yaitu meiosis I dan meiosis II, sama istirahat antara keduanya disebut interfase. Gambar 6. Proses Pembelahan Meiosis Tujuan dari pembelahan mitosis pada hewan bersel banyak, untuk membentuk sel kelamin (gamet). Meiosis berfungsi mengurangi jumlah kromosom agar keturunannya memiliki jumlah kromosom yang sama. Pada tumbuhan terjadi di benang Sari dan putik. Pada hewan terjadi pada alat kelamin. Hubungan Pembelahan Sel Mitosis dengan Geometri Fraktal Mitosis adalah proses pembagian genom yang telah digandakan oleh sel ke dua sel identik yang dihasilkan oleh pembelahan sel. Mitosis umumnya diikuti sitokinesis yang membagi sitoplasma dan membran sel. Proses ini menghasilkan dua sel anak yang identik, yang memiliki distribusi organel dan komponen sel yang nyaris sama. Mitosis dan sitokinesis merupakan fase mitosis (fase M) pada siklus sel, di mana sel awal terbagi menjadi dua sel anak yang memiliki genetik yang sama dengan sel awal. 14 Sementara itu, Fraktal adalah geometris yang memiliki skala yang identik, sehingga terlihat geometris tersebut dapat "dibagi-bagi". Beberapa fraktal bisa dipecah menjadi beberapa bagian yang semuanya mirip dengan bentuk aslinya. Fraktal dikatakan memiliki detil yang tak hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Pada banyak kasus, sebuah fraktal bisa dihasilkan dengan cara mengulang suatu pola, biasanya dalam proses rekursif atau iteratif. Proses pembelahan sel mitosis menghasilkan dua sel anak yang identik, yang memiliki distribusi organel dan komponen sel yang nyaris sama dengan induknya. Ini identik dengan sifat geometri fraktal yaitu geometris yang bagiannya memiliki skala yang identik dan memiliki struktur yang serupa dengan induknya, sehingga semuanya mirip dengan bentuk aslinya. 14 Iblid. Faridatul & Esty Al-Khwarizmi - 180 Metode Penelitian Penelitian ini merupakan penelitian survey literature, yang menelusuri semua teori yang relevan dengan topik penelitian. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut: 1) Menentukan persamaan matematika yang sesuai dengan kurva pembelahan mitosis. 2) Kemudian membentuk algoritma yang tepat sehingga terbagung kurva pembelahan sel mitosis. 3) Merangkum penemuan utama studi ini dan menarik kesimpulan serta implikasi kebijakan. Secara garis besar prosedur penelitian yang digunakan oleh peneliti terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap pembuatan laporan. 1) Tahap Perencanaan Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah pengkajian teori tentang geometri fraktal dan kurva pembelahan sel mitosis dan menyiapkan perangkat komputer yang terprogram MATLAB R2008a. 2) Tahap Pelaksanaan Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah membuat dan menerapkan algoritma geometri fraktal pada komputer. 3) Tahap Pembuatan Laporan Pada tahap ini, peneliti membuat laporan hasil penelitian mengenai kajian kurva pembelahan sel mitosis dengan geometri fraktal. Persamaan Matematika Mandelbrot Set Benoît Mandelbrot (seorang karyawan IBM sekitar tahun 1970-an dan juga bergelar Bapak Fraktal) membuat dan menjalankan algoritma pembangkitan fraktal, yaitu persamaan $z = z^2 + c$ dimana z dan c adalah bilangan kompleks. Komponen bilangan kompleks $z = x + i \cdot y$ dan $c = a + i \cdot b$ dengan a adalah bilangan real dan b adalah bilangan imajiner serta $i = \sqrt{-1}$, yang ditetapkan langsung ke sumbu Euclidian x dan y dengan melakukan pengulangan terus-menerus terhadap persamaan ini sampai batas pengulangan tertentu, maka untuk tiap titik z awal diperoleh dua jenis karakteristik posisi yaitu titik-titik yang selalu tetap pada batas tertentu dan titik-titik yang cenderung menjauh dan tak terbatas. Titik-titik yang berada dalam batas tertentu disebut titik tertahan dan titik-titik yang menjauh disebut titik terlepas. Adapun algoritma yang digunakan adalah algoritma escape-time. Berikut ini adalah gambaran iterasi dari persamaan yang digunakan oleh Mandelbrot Set $z = z^2 + c = (x + i \cdot y)^2 + (a + i \cdot b) = (x^2 - y^2 +$