

REKONSTRUKSI GAMBAR 3D MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT POLIMER

by Bagus Satrio Budi

FILE	TEKNIK_1461405009_BAGUS_SATRIO_BUDI.PDF (1.46M)		
TIME SUBMITTED	30-DEC-2019 02:52PM (UTC+0700)	WORD COUNT	3583
SUBMISSION ID	1238737048	CHARACTER COUNT	21346

REKONSTRUKSI GAMBAR 3D MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT POLIMER

3D MICROSTRUCTURE IMAGE RECONSTRUCTION POLYMER COMPOSITE

Bagus Satrio Budi

1461405009

3

Fakultas Teknik Informatika

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

29

Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60118

082143154797

25

bagussatrio.9c@gmail.com

Abstract

The objective of this research is to produce a 3D reconstruction program that can help users to analyze distribution of polymer composite materials (Polipropylene).

Firstly the image is processed by grayscale conversion. The next step is the grayscale image enhancement process using a Gaussian filter. The Gaussian filter has several parameters, namely the filter size 3x3, 5x5, 7x7, and so on, and the standard deviation parameters. After the grayscale image is filtered then the image is changed into a negative image. After that the enhancement image is multiplied by the negative image complement. The image multiplication results then segmented by Otsu Multilevel Thresholding or Kmeans Clustering. The enhancement stage using a Gaussian filter is very important because it can influence 3D result. Then the image is given a surface to form 3D polymer composite microstructure (Polipropylene). The best value of experiment result the Gaussian filter size is 9x9, the standard deviation value is 40 – 60. Otsu Multilevel Thresholding method with segmentation level 4 give the best result. This application was applied using software such as Matlab.

Keyword : Otsu Multilevel Thresholding, 3D Reconstruction, Kmeans Clustering, Gaussian Filter

Abstrak

7

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu program rekonstruksi 3D yang dapat membantu user dalam menganalisa pendistribusian material komposit polimer (Polipropylene).

Pertama kali adalah gambar diproses konversi grayscale. Tahapan selanjutnya adalah citra grayscale diproses enhancement menggunakan filter Gaussian, filter Gaussian sendiri memiliki beberapa parameter yaitu ukuran filter 3x3, 5x5, 7x7, dan seterusnya, dan parameter standart deviasi. Setelah citra grayscale di filter kemudian citra dirubah menjadi citra negatif. Kemudian citra enhancement dikalikan dengan komplemen citra negatif. Hasil perkalian citra kemudian di segmentasikan menggunakan Otsu Multilevel Thresholding atau Kmeans Clustering. pada tahapan enhancement menggunakan filter Gaussian sangatlah penting dikarenakan dapat mempengaruhi hasil 3D nantinya. Kemudian gambar di beri permukaan agar membentuk 3D gambar mikrostruktur komposit polimer (Polipropylene). Hasil dari pengujian di dapatkan nilai parameter terbaik untuk ukuran filter Gaussian adalah 9x9, nilai standart deviasi 40 – 60, dan metode yang digunakan adalah Otsu Multilevel Thresholding dengan level segmentasi 4. Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan perangkat lunak seperti Matlab.

Kata Kunci : Otsu Multilevel Thresholding, Rekontruksi 3D, Kmeans Clustering, Filter Gaussian

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, perkembangan teknologi sudah merambah kedalam banyak aspek kehidupan, salah satunya yaitu bidang computer graphic. Perkembangan tersebut sudah membantu dalam pembuatan objek digital, namun masih muncul masalah dalam pembuatannya, yaitu harus melakukan secara manual. Dengan melakukan rekonstruksi 3D dari objek nyata, maka dapat menghasilkan objek dari objek nyata dalam waktu lebih singkat dan efisien.

Mikrostruktur adalah subjek bagi observasi mikroskopik secara langsung dengan menggunakan mikroskop elektron atau optikal. Gambar 2D adalah suatu gambar yang memiliki dua sisi saja, yaitu sisi panjang dan lebar, sehingga tidak mempunyai ruang karena tidak mempunyai unsur ketebalan. Sedangkan gambar 3D mempunyai dimensi panjang, lebar dan tinggi, atau karya yang memiliki volume dan menempati ruang.

Rekonstruksi adalah pengembalian sesuatu ketempatnya yang semula, penyusunan atau penggambaran kembali dari bahan-bahan yang ada dan disusun kembali sebagaimana adanya atau kejadian semula (1)

Penelitian ini dilakukan menggunakan gambar mikrostruktur komposit polimer (*Polipropylene*) yang sudah ditentukan dari awal. Pertama kali adalah gambar dipilih dari storage komputer, kemudian dikonversi ke citra *grayscale*, kemudian citra *grayscale* di *enhancement* (peningkatan) menggunakan filter Gaussian, untuk parameter pengukuran gaussian filter terdapat 2 parameter input, yaitu ukuran filter Gaussian 3x3, 5x5, 7x7, 9x9 dan seterusnya, dan parameter standart deviasi dari 0 sampai dengan 100, setelah proses *enhancement* citra kemudian dirubah menjadi citra biner, setelah didapatkan citra biner, citra biner dirubah menjadi citra komplemen biner, dikarenakan citra biner terdiri dari 0 dan 1 maka jika di komplemenkan nilainya akan berubah dari yang awalnya 0 menjadi 1 dan 1 menjadi 0, setelah citra komplemen didapatkan, kemudian citra *grayscale* yang di *enhancement* tadi dikalikan dengan citra komplemen biner, maka nilai yang dikalikan 0 akan menjadi background dan tidak akan diproses ke segmentasi, sedangkan nilai yang bukan 0 akan diproses dengan segmentasi, segmentasi menggunakan metode *Otsu Multilevel Thresholding* dan *Kmeans Clustering*, setelah citra disegmentasi maka hasilnya akan diberikan permukaan (*surface*), dan hasilnya adalah 3D mikrostruktur komposit polimer. Aplikasi ini dibuat

dengan menggunakan perangkat lunak seperti Matlab 2019a.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan indikator mengenai adanya permasalahan yang telah dijabarkan dalam latar belakang tersebut diatas, maka dalam penelitian ini masalah yang dipilih untuk diteliti adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menganalisa komposit polimer (*Polipropylene*) lebih akurat ?
2. Bagaimana gambar mikrostruktur komposit polimer dapat ditampilkan secara 3D?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam pengoperasian aplikasi ini maka dibuatlah sebuah aturan untuk menampilkan objek dengan baik dan benar, beberapa aturan yang harus terpenuhi antara lain sebagai berikut :

1. Gambar 2D mikrostruktur komposit polimer sudah ditentukan sejak awal perancangan.
2. Hanya menggunakan gambar komposit polimer (*Polipropylene*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu program yang dapat membantu user dalam menganalisa pendistribusian material komposit polimer (*Polipropylene*).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan penelitian ini antara lain adalah :

1. Mempermudah pengguna untuk menganalisa pendistribusian material mikrostruktur komposit polimer (*Polipropylene*).
2. Memberikan gambaran langsung bagaimana bentuk 3D dari gambar mikrostruktur komposit polimer (*Polipropylene*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Perangkat

Proses pembuatan program ini membutuhkan perangkat keras yang mampu menjalankan software dengan lancar. Pada tahap

ini perangkat yang digunakan dalam pembuatan program ini adalah sebagai berikut:

- Device Laptop Lenovo E445
- AMD A8-5550M APU with Radeon(tm) HD Graphics (4 cpus), ~2.1 Ghz
- VGA AMD Radeon HD 8550G + R5 M200 Dual Graphics
- Memory 8192MB RAM
- Storage SSD 120 GB Sata3
- Windows 7 Ultimate 64bit

Secara keseluruhan program ini dapat dijalankan dengan lancar pada spesifikasi diatas, setelah diujicoba program ini hanya bisa dijalankan pada software Matlab 2018a, 2018b, 2019a, dan 2019b. Berikut adalah spesifikasi minimum dan recommended untuk dapat menjalankan aplikasi Matlab tersebut

Tabel 2.1. Minimum dan recommended spesifikasi

No	Minimum Spek	Recommended Spek
1	Operating System : - Windows 10 - Windows 7 SP1 - Windows server 2019 - Windows server 2016	Operating System : - Windows 10 - Windows 7 SP1 - Windows server 2019 - Windows server 2016
2	Processors : - Any Intel or AMD x86-64 processor	Processor : - Any Intel or AMD x86-64 processor with four logical cores and AVX2 instruction set support
3	Storage : - 3.1 GB of HDD space for MATLAB only, 5-8 GB for a typical installation	Storage : - An SSD is recommended A full installation of all MathWorks products may take up to 31 GB of disk space
4	RAM : - 4 GB	RAM : - 8 GB
5	Graphics : - No specific graphics card is required.	Graphics : - Hardware accelerated graphics card supporting OpenGL 3.3 with 1GB GPU memory

2.2 Data

Pengumpulan sampel gambar mikrostruktur komposit polimer dengan menggunakan mikroskop digital. Adapun metode pengambilan gambar adalah sebagai berikut : Komposit diletakkan di meja kerja, pasang pembesaran 150x dari mikroskop digital. Mikroskop diletakkan diatas komposit pada bagian yang rata, atur fokus mikroskop dan capture untuk beberapa posisi. Dengan perbesaran 150x, viewable area = 2.4mm x 1.8mm.

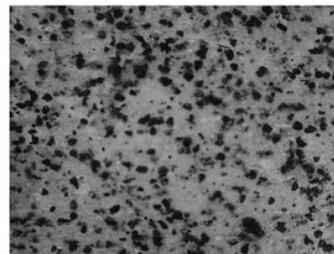


Gambar 2.1. Contoh gambar komposit polimer lembaran.



Gambar 2.2. Pengambilan gambar dengan mikroskop.

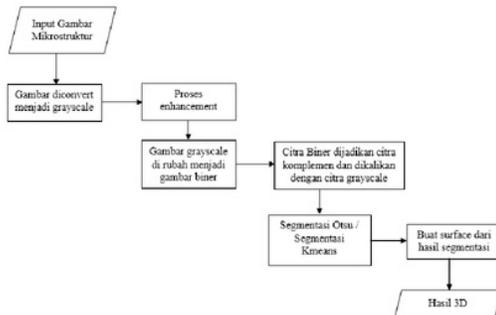
Adapun contoh hasil dari pengambilan gambar mikrostruktur dengan mikroskop



Gambar 2.3. Contoh gambar mikrostruktur komposit polimer.

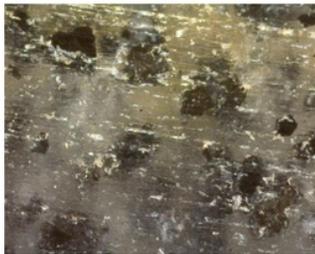
2.3 Desain Sistem

Dalam pembuatan sistem Rekonstruksi 3D ini adapun tahapan tahapan yang harus dilakukan, agar dapat menghasilkan output sesuai yang diharapkan, tahapan / alur sistem dapat dilihat dalam blok diagram berikut ini:



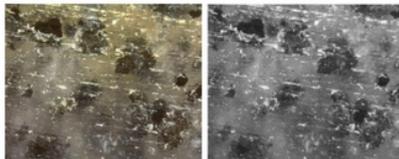
Gambar 2.4. Blok Diagram.

Kita dapat melihat pada gambar 3.4 alur dari sistem rekonstruksi 3D ini. Tahapan pertama adalah kita menginputkan gambar mikrostruktur komposit polimer yang telah kita dapatkan melalui mikroskop digital. Berikut adalah contoh dari gambar komposit polimer yang telah diambil melalui mikroskop digital:



Gambar 2.5. Contoh input gambar mikrostruktur.

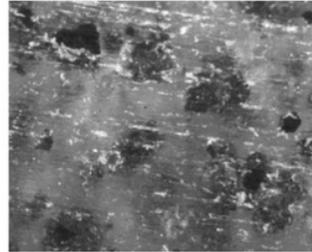
Setelah kita menginputkan gambar mikrostruktur komposit polimer, tahapan selanjutnya adalah proses menjadikan gambar awal menjadi gambar dengan citra *grayscale*. Berikut adalah contoh perbedaan antara gambar awal sebelum dirubah menjadi *grayscale* dengan gambar yang sudah dirubah citranya menjadi citra *grayscale*:



Gambar 2.6. Kiri (Gambar asli) kanan (Gambar *grayscale*)

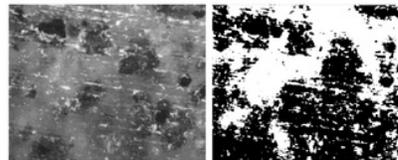
Setelah kita mendapatkan citra *grayscale*, maka citra *grayscale* akan kita proses kembali dalam proses *enhancement* menggunakan metode filter Gaussian, dalam proses *enhancement* ini kita harus menyesuaikan ukuran filter gaussians dan standart deviasi filter agar kita dapat menghasilkan citra *enhancement* yang baik untuk proses rekonstruksi 3D nya nanti. Berikut

adalah contoh hasil *enhancement* dari citra *grayscale*:



Gambar 2.7. Hasil gambar setelah *enhancement*

Setelah kita mendapatkan citra *enhancement* dari proses *enhancement*, tahapan selanjutnya adalah merubah citra yang sudah di *enhancement* untuk dirubah menjadi citra biner, proses ini bertujuan untuk memisahkan antara material dengan background dari gambar, jadi ketika proses 3D background gambar tidak ikut terrekonstruksi. Berikut adalah contoh perbedaan antara citra *enhancement* dengan citra biner:



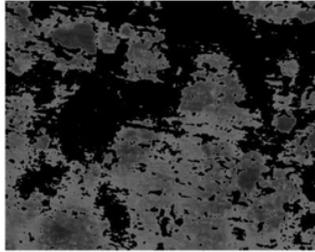
Gambar 2.8. Kiri (Citra *Grayscale*) Kanan (Citra Biner)

Pada citra biner hanya terdapat 2 warna saja yaitu hitam dan putih, hitam adalah materialnya sedangkan putih adalah backgroundnya. Dikarenakan kita butuh materialnya saja untuk diproses segmentasi maka sebelum diproses segmentasi, citra biner dijadikan citra komplemen terlebih dahulu, jika warna hitam adalah angka 0 dan putih 1, maka jika dikomplemenkan maka warna hitam (0) akan menjadi putih (1) dan sebaliknya. Berikut adalah contoh citra komplemen:



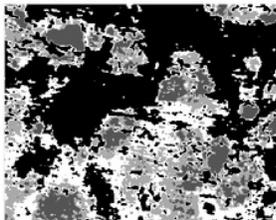
Gambar 2.9. Hasil citra komplemen dari citra biner

Dapat kita lihat perbedaan antara gambar 2.8 dan gambar 2.9, perbedaan warna background dan material sudah bertukar, background warna hitam (0) dan materilnya berwarna putih (1). Tahapan selanjutnya adalah mengkalikan antara citra enhancement dengan citra komplemen, tujuan dari pengkalian kedua citra ini untuk memisahkan background, agar tidak ikut tersegmentasi pada tahapan selanjutnya, berikut adalah contoh citra hasil perkalian:

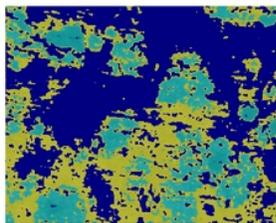


Gambar 2.10. Hasil perkalian citra

Pada gambar 2.10 dapat kita lihat antara background dengan material sudah dapat kita bedakan, dengan background yang berwarna hitam maka background tidak akan diproses pada tahap segmentasi citra, tahapan selanjutnya adalah segmentasi citra, citra yang akan di segmentasikan adalah citra hasil perkalian antara citra *enhancement* dan citra komplemen biner, disini metode segmentasi kita menggunakan segmentasi *Otsu Multilevel Thresholding* dan segmentasi *Kmeans Clustering*, berikut contoh hasil segmentasi:



Gambar 2.11. Hasil Segmentasi *Otsu Multilevel Thresholding*

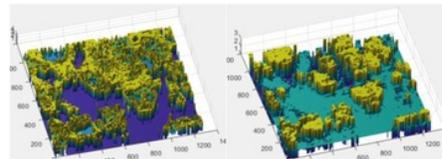


Gambar 2.12. Hasil Segmentasi *Kmeans Clustering*

27

Pada gambar 2.11 dan gambar 2.12 kita dapat melihat perbedaan segmentasi antara *Otsu multilevel Thresholding* dan *Kmeans Clustering*, perbedaan yang paling terlihat adalah pada warna yang tersegmen pada tiap segmentasi, pada contoh segmentas diatas kita menggunakan level yang sama antara *Otsu Multilevel Thresholding* dan *Kmeans Clustering* yaitu level 3, perbedaan pertama adalah *Otsu multilevel* mensegmen 4 warna yang berbeda yaitu hitam untuk backgroundnya dan 3 warna cerah untuk segmen materialnya, jadi level 3 pada *Otsu multilevel* adalah 3 segmentasi warna pada materialnya, sedangkan pada *Kmeans Clustering* segmentasi warna antara background dan materialnya sama-sama diberikan warna, tetapi warna background cenderung gelap, ini akan mengakibatkan background ikut terekonstruksi juga, segmentasi warna pada *Kmeans Clustering* dibagi sesuai dengan level yang di inputkan, jika level yang diinputkan 3 maka warna yang tersegmen juga 3, berbeda dengan *Otsu Multilevel* jika level yang diinputkan 3 maka warna yang tersegmen adalah 4 warna.

Tahapan selanjutnya setelah segmentasi citra maka hasil segmentasi tersebut sudah siap untuk diproses rekonstruksi, berikut adalah contoh pembentukan *surface* pada citra yang sudah tersegmentasi:



Gambar 2.13. Hasil 3D Level 3 Kiri (Otsu) Kanan (Kmeans)

Dapat kita lihat pada gambar 2.13 hasil 3D untuk segmentasi *Otsu Multilevel* dan *Kmeans Clustering*, sudah terlihat bahwa pada *Otsu Multilevel* background dari citra tidak ikut terproses dikarenakan background pada *Otsu* tetap hitam atau bernilai 0 jadi tidak ikut terkonstruksi, sedangkan untuk *Kmean Clustering* background juga ikut terekonstruksi dikarenakan background pada *Kmean Clustering* tidak bernilai 0 maka background ikut terproses juga.

26

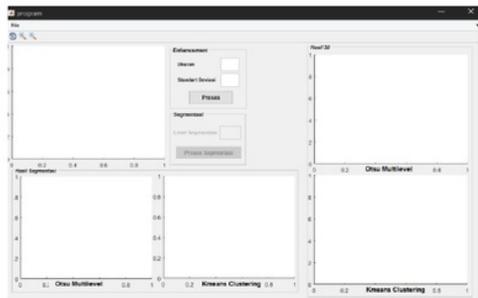
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Setelah tahapan pada blok diagram semuanya sudah benar, dan tidak ada tahapan yang salah, maka selanjutnya kita implementasikan semua tahapan tersebut pada program yang akan kita buat pada Matlab 2019a.

3.1.1 Implementasi Antar Muka

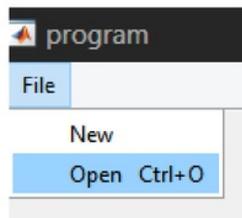
Menu ini ditampilkan diawal user menggunakan aplikasi ini. Di menu awal ini terdapat 4 axes, 1 axes untuk menampilkan hasil enhancement, 2 axes untuk menampilkan hasil segmentasi, dan 2 axes untuk hasil 3D, 2 panel yang berisi 1 panel enhancement yang isinya 2 edittext dan 1 button proses kemudian panel segmentasi yang isinya 1 edittext dan 1 button proses, dan ada menubar toolbar yang bisa digunakan user dalam menggunakan program ini.



Gambar 3.1. Tampilan Awal

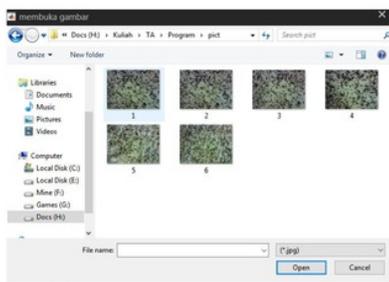
3.1.1.1 Menu Open

Menu ini berfungsi untuk memanggil gambar mikrostruktur yang telah tersedia dalam penyimpanan komputer.

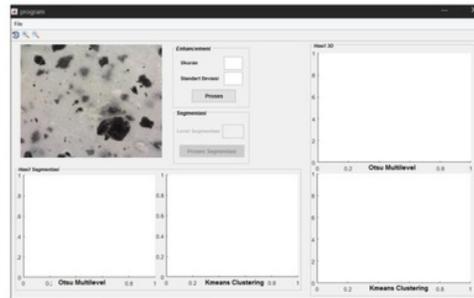


Gambar 3.2. MenuBar File

Ketika menu "Open" diklik (Ctrl+O) maka akan muncul *pop up* untuk memilih gambar mikrostruktur yang akan digunakan.



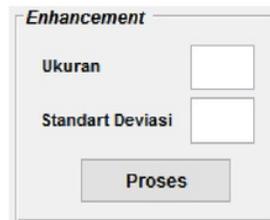
Gambar 3.3. Tampilan Pop-up ketika tombol pilih gambar diklik



Gambar 3.4. Tampilan setelah memilih gambar

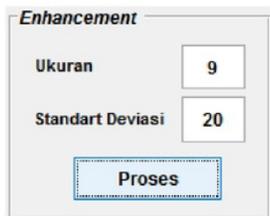
3.1.1.2 Panel Enhancement

Pada panel enhancement ini user dihadapkan dengan menu untuk memproses gambar yang telah dipilih untuk diproses dengan gaussian filter. Terdapat beberapa isian yang harus di isi oleh user sebelum menekan tombol proses pada panel *enhancement* ini,

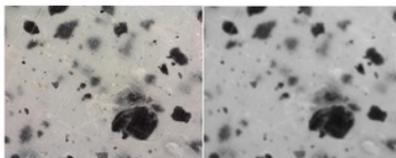


Gambar 3.5. Tampilan panel *enhancement*

pertama user harus memasukan parameter ukuran filter, maksud dari ukuran filter ini adalah, ukuran filter gaussian yakni 3x3, 5x5, 7x7, 9x9 dan seterusnya, tetapi user tidak perlu menuliskan di edittext ukuran dengan menulis 3x3, 5x5, user hanya perlu menuliskan angka awalnya saja, contoh mengisi 3 mewakili 3x3, mengisi 5 mewakili 5x5, menuliskan 7 mewakili 7x7 dan seterusnya, kedua user perlu mengisikan standart deviasi Gaussian filter, user cukup mengisinya dengan angka yang sesuai. Setelah semua terisi maka user bisa mengisi tombol proses untuk memulai proses *enhancement* pada gambar yang telah terpilih. Dalam pengisian ukuran filter dan standart deviasi user bisa sesuaikan dengan hasil yang di inginkan, user bisa merubah-ubah parameter *enhancement* agar mendapatkan hasil 3D yang diinginkan dan paling mudah dianalisa oleh user.

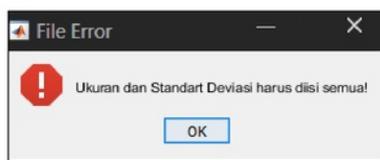


Gambar 3.6. Contoh pengisian panel *enhancement*



Gambar 3.7. Kiri (Citra Asli) Kanan (Citra *Enhancement*)

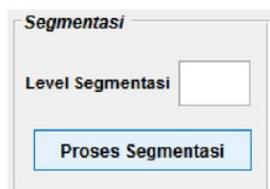
Tetapi ketika user lupa atau tidak mengisi parameter ukuran filter dan standart deviasi maka akan muncul "Error Alert" agar user mengisi semua parameter yang dibutuhkan dalam proses *enhancement*.



Gambar 3.8. Tampilan Error Alert

3.1.1.3 Panel Segmentasi

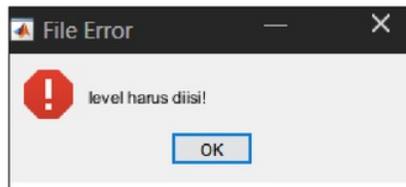
Pada panel segmentasi terdapat 1 edittext dan 1 button yang dapat digunakan user untuk memproses image setelah di *enhancement*, panel ini awalnya terdisabled sebelum button proses pada panel *enhancement* diklik.



Gambar 3.9. Tampilan panel segmentasi

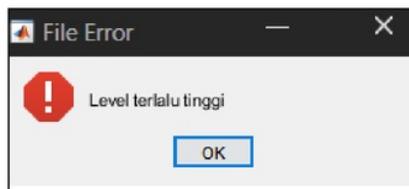
Pada panel segmentasi ini user haru menginputkan level segmentasi, dan level disini mewakili level dari segmentasi *Otsu multilevel* dan segmentasi *Kmeans Clustering*, jadi ketika user menuliskan 2 pada level segmentasi itu berarti level pada *Otsu* maupun *Kmeans* akan diproses 2 juga.

Adapun kondisi jika level segmentasi belum diisi maka akan muncul "Error Alert" yang memberi tahu user agar mengisi level terlebih dahulu.



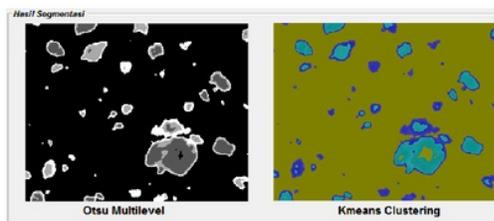
Gambar 3.10. Error Alert ketika level belum diisi

Dan jika user menuliskan nilai level lebih dari 20 maka akan muncul juga "Error Alert", dikarenakan maksimal level yang dapat di proses segmentasi adalah lebih dari sama dengan 20, dan jika user menuliskan lebih dari 20 maka akan ada pesan *error*.



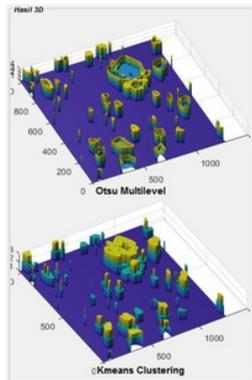
Gambar 3.11. Error Alert ketika level terlalu tinggi

Setelah user memasukan nilai level pada panel segmentasi maka user bisa menekan button proses untuk memulai proses segmentasi *Otsu* dan *Kmeans*, kemudian hasil segmentasi ditampilkan pada panel "Hasil Segmentasi".



Gambar 3.12. Tampilan panel hasil segmentasi

Pada button proses segmentasi tidak hanya memproses segmentasinya saja, tetapi ada proses lain yaitu proses pembentukan *surface 3D* dari kedua metode segmentasi, jadi pada button proses segmentasi ada 2 proses yang terjadi yakni segmentasi gambar dan pembentukan *surface 3D* dari hasil segmentasi.



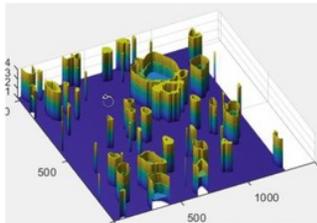
Gambar 3.13. Tampilan Panel 3D

Dalam program ini terdapat juga toolbar yang membantu user, yakni toolbar 3D rotate, Zoom In, Zoom Out.



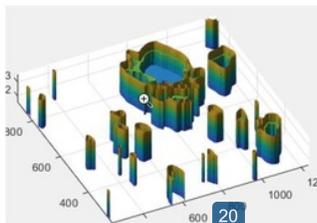
Gambar 3.14. Tampilan Toolbar pada program

Fungsi 3D rotate adalah membuat user dapat memutar 360 ° hasil yang telah diproses dalam program.



Gambar 3.15. Fungsi toolbar 3D rotate

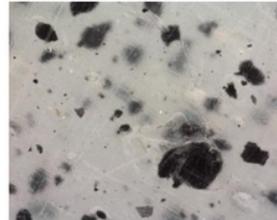
Fungsi Zoom in pada toolbar adalah untuk memperbesar hasil sedangkan Zoom out adalah memperkecil hasil pada program, cursor akan berganti seperti kaca pembesar ketika user menekan toolbar Zoom in dan Zoom out.



Gambar 3.16. Fungsi toolbar Zoom in dan Zoom out

3.2 Pengujian Sistem

Setelah program telah selesai dan tidak ada error pada program, tahap selanjutnya adalah pengujian sistem dengan sampel yang telah diambil menggunakan mikroskop digital. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil 3D yang terbaik pada semua sampel, tentunya tahapan pengujian parameter filter dan parameter segmentasi penting untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk pengujian sistem ini kita menggunakan sampel gambar sebagai berikut:



Gambar 3.17. Sampel Gambar untuk pengujian

3.2.1 Pengujian Parameter Filter Gaussian

Berikut ini adalah pengujian parameter filter Gaussian terhadap gambar 4.7 sebagai objectnya dan bagaimana parameter filter Gaussian berpengaruh terhadap rekonstruksi 3D.

Tabel 3.1. Pengujian parameter filter Gaussian

N O	Ukuran Filter	Standart Deviasi	Hasil Segmentasi	Hasil 3D
1	3x3	10		
2	3x3	20		
3	3x3	30		
4	3x3	40		
5	3x3	50		
6	5x5	10		

N O	Ukuran Filter	Standart Deviasi	Hasil Segmentasi	Hasil 3D
7	5x5	20		
8	5x5	30		
9	5x5	40		
10	5x5	50		
11	7x7	10		
12	7x7	20		
13	7x7	30		
14	7x7	40		
15	7x7	50		
16	9x9	10		
17	9x9	20		
18	9x9	30		
19	9x9	40		

Dari hasil pengujian parameter diatas yang dapat kita lihat pada tabel 3.1 dapat kita simpulkan parameter terbaik dalam penggunaan

filter Gaussian adalah ukuran filter 9x9 dan standart deviasinya 40 – 60.

3.2.2 Pengujian Metode Segmentasi

Setelah mendapatkan parameter terbaik untuk filter gaussian selanjutnya adalah pengujian metode segmentasi yaitu segmentasi *Otsu Multilevel Thresholding* dan *Kmeans Clustering*, berikut adalah pengujian metode segmentasi menggunakan gambar 3.17 sebagai objectnya:

Tabel 3.2. Pengujian metode segmentasi

No	Level Segmentasi	Otsu Multilevel	Kmeans Clustering
10	Level 1		
2	Level 2		
3	Level 3		
4	Level 4		
5	Level 5		

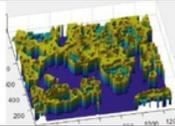
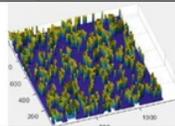
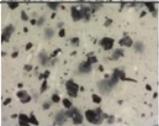
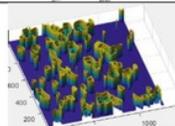
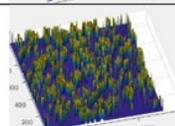
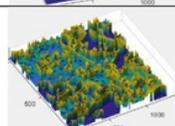
Dapat kita lihat pada tabel 3.2 diatas, pengujian metode segmentasi *Otsu Multilevel Thresholding* dan *Kmeans Clustering* terdapat perbedaan setiap levelnya, untuk segmentasi *Otsu Multilevel* terlihat lebih konsisten dalam pembentukan permukaan 3D dari level 1 – level 20, sedangkan *Kmeans Clustering* untuk level 1 tidak dapat dibentuk permukaan 3Dnya dikarenakan hanya mensegmenkan 1 warna saja, dan bentuk permukaan pada *Kmeans Clustering* dari level 1 – level 5 tidak sekonstisten *Otsu Multilevel*, terdapat perbedaan pembentukan 3D dari level 1 – 5. Jadi dapat disimpulkan untuk penggunaan metode terbaik menggunakan *Otsu Multilevel Thresholding* dengan level segmentasi 4.

3.2.3 Pengujian Dengan Berbagai Jenis Gambar

Setelah kita dapatkan parameter filter gaussian terbaik dan metode segmentasi dengan

level terbaik, maka selanjutnya adalah menguji parameter tersebut dengan gambar mikrostruktur komposit polimer lainnya, berikut adalah hasil pengujian menggunakan ukuran filter 9x9, standart deviasi 40, dan metode segmentasi Otsu dengna level segmentasi 4:

Tabel 3.3. Pengujian berbagai jenis gambar

No	Sampel	Hasil Rekonstruksi
1		
2		
3		
4		
5		

Dapat kita lihat pada tabel 3.3 diatas hasil 3D dari beberapa jenis gambar mikrostruktur komposit polimer menggunakan ukuran filter 9x9, standart deviasi 40, dengan metode segmentasi *Otsu Multilevel Thresholding* dengan tingkat level 4.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari pemaparan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Aplikasi Rekontruksi 3D mikrostruktur ini dapat menampilkan hasil rekontruksi 3D dari satu gambar mikrostruktur dengan proses segmentasi citra.
- Segmentasi citra antara *Otsu Multilevel* dengan *Kmeans Clustering* terdapat perbedaan segmentasi warna tiap level, jika *Otsu Multilevel* level 1 memberikan 2 segman warna sedangkan *Kmeans*

Clustering hanya 1 warna, untuk level 2 Otsu 3 segmen warna sedangkan *Kmeans* 2 segmen warna, dan untuk level 3 Otsu 4 segmen warna sedangkan *Kmeans* 3 segmen warna, dan seterusnya.

- Penentuan parameter Gaussian filter antara 3x3, 5x5, 7x7, 9x9, dan seterusnya, kemudian standart deviasi gaussian sangat berpengaruh dalam menghasilkan hasil 3D yang baik, dan penentuan metode segmentasi serta level segmentasi juga berpengaruh dalam menghasilkan 3D yang baik.
- Dalam pengujian kita mendapatkan parameter ukuran Gaussian filter 9x9, standart deviasi 40, dan metode segmentasi *Otsu multilevel* dengan level 4 sebagai hasil terbaik dalam menghasilkan 3D.

4.2 Saran

Tentunya penelitian ini masih belum bisa dikatakan sempurna sehingga masih perlu adanya perbaikan dan penyempurnaan. Adapun saran dari penulis untuk peneliti selanjutnya adalah :

- Penambahan fitur *real capture* menggunakan mikroskop digital sehingga proses rekonstruksi bisa langsung dari hasil mikroskop.
- Program harus dikompile terlebih dahulu agar bisa digunakan pada komputer dibawah spesifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

1. B.N. Marbun. Kamus Politik. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan; 1996. 469 p.
2. dipranata R, Gunadi K, Lipesik VJ. Rekonstruksi Obyek Tiga Dimensi Dari Gambar Dua Dimensi Menggunakan Metode Generalized Voxel Coloring-Layered Depth Image. J Inform. 2009;9(1).
3. Suciati N, Baihad²² T, Tjandrasa H, Arifin AZ. Converting Image into Bas Reliefs Using Image Processing Techniques Converting Image into Bas Reliefs Using Image Proces¹⁶g Techniques. 2019;
4. Corputty CC. Aplikasi Rekonstruksi Objek 3D Dari Kumpulan Gambar 2D dengan Algoritma Generalized Voxel Coloring. J Ilm Inform Komput Univ Gunadarma. 2015;20(12) 11-6.
5. Field R, Chen W, Burkhart C. A Hybrid Approach to 3D Porous Microstructure Reconstruction via Gaussian DETC2012-71173. 2012;(August).

- 11
6. David G. Lowe. Object Recognition from Local Scale-Invariant Features. Canada: Computer Science Department; 1999.
7. Liu L, Member S, Chan SH, Nguyen TQ. Depth Reconstruction from Sparse Samples : Representation , Algorithm , and Sampling. 2014;(May).
- 21
8. Kovesi P. Shapelets correlated with surface normals produce surfaces. IEEE; 2005. 994–1001 p.
- 8
9. MW Czabaj, ML Riccio WW. Three-dimensional imaging and numerical reconstruction of graphite/epoxy composite microstructure based on ultra-high resolution X-ray computed tomography. Nasa Goverment; 2014. 1–16 p.
- 19
10. Achmawati, Hidayat R, Wibirama S. Rekonstruksi Objek 3D dari Multiple Images. J Nas Tek Elektro Teknol Inf. 2013;2(4):46–51.

REKONSTRUKSI GAMBAR 3D MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT POLIMER

ORIGINALITY REPORT

% **16**
SIMILARITY INDEX

% **14**
INTERNET SOURCES

% **5**
PUBLICATIONS

% **9**
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 uk.mathworks.com Internet Source % **3**

2 media.neliti.com Internet Source % **2**

3 www.scribd.com Internet Source % **1**

4 tugas-iis.blogspot.com Internet Source % **1**

5 repository.untag-sby.ac.id Internet Source % **1**

6 eprints.dinus.ac.id Internet Source % **1**

7 eprints.akakom.ac.id Internet Source % **1**

8 www.science.gov Internet Source % **1**

9 [Risyat Alberth Far-Far. "Pemanfaatan sumber](#)

informasi usaha tani oleh petani sayuran di
Desa Waiheru Kota Ambon", Agrikan: Jurnal
Ilmiah Agribisnis dan Perikanan, 2011

Publication

<% 1

10

www.jhsph.edu

Internet Source

<% 1

11

iasir.net

Internet Source

<% 1

12

Hossein Ahmadian, Ming Yang, Anand
Nagarajan, Soheil Soghrati. "Effects of shape
and misalignment of fibers on the failure
response of carbon fiber reinforced polymers",
Computational Mechanics, 2018

Publication

<% 1

13

www.pemmzchannel.com

Internet Source

<% 1

14

yejepe.blogspot.com

Internet Source

<% 1

15

Fangchang Ma, Luca Carlone, Ulas Ayaz,
Sertac Karaman. "Sparse depth sensing for
resource-constrained robots", The International
Journal of Robotics Research, 2019

Publication

<% 1

16

docplayer.info

Internet Source

<% 1

17

Submitted to Udayana University

Student Paper

<% 1

18

Submitted to iGroup

Student Paper

<% 1

19

Leonardus Alexander, Adhi Kusnadi, Wella Wella, Rangga Winantyo, Ivransa Zuhdi Pane. "Authentication System Using 3D Face With Algorithm DLT and Neural Network", 2018 Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), 2018

Publication

<% 1

20

Submitted to Universitas Muria Kudus

Student Paper

<% 1

21

Lecture Notes in Computer Science, 2011.

Publication

<% 1

22

Nanik Suciati, Maserati Teja Baihaqi, Handayani Tjandrasa, Agus Zainal Arifin et al. "Converting Image into Bas Reliefs Using Image Processing Techniques", Journal of Physics: Conference Series, 2019

Publication

<% 1

23

ratnasuryaaa.blogspot.com

Internet Source

<% 1

24 Submitted to Segi University College <% 1
Student Paper

25 jurnal.kesharlindungdikdas.id <% 1
Internet Source

26 ejournal.raharja.ac.id <% 1
Internet Source

27 id.scribd.com <% 1
Internet Source

28 text-id.123dok.com <% 1
Internet Source

29 Submitted to UIN Sunan Ampel Surabaya <% 1
Student Paper

30 Submitted to Universitas Diponegoro <% 1
Student Paper

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY OFF