

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Teknologi pengolahan citra digital telah digunakan dalam aplikasi terkait diagnosa penyakit dan perawatan gigi. Deteksi gigi karies dengan menggunakan pengolahan telah dilakukan dengan menggunakan teknik *deformable template* (Kantapanit, 2001). Teknik ini merupakan *template polygon* yang mendefinisikan karakteristik bentuk gigi manusia secara umum. Setelah setiap gigi ditemukan bentuk dan lokasinya, karies gigi diidentifikasi dengan menggunakan analisis *grayscale*, yaitu dengan mendeteksi tepi dan segmentasi antara karies dan permukaan gigi. Bagian karies akan dikenali karena pada citra radiografi akan berwarna cenderung gelap sedangkan bagian gigi berwarna terang. Selain mendeteksi karies, riset lain juga berusaha mengklasifikasikan jenis karies, yaitu karies primer dan sekunder dengan metode berbasis pengolahan intensitas *grayscale* (Oprean, 2008).

Penggunaan teknologi radiografi telah umum digunakan dalam evaluasi tindakan terhadap penyakit atau perawatan gigi di rumah sakit atau klinik. Penggunaan teknologi ini semakin meluas lagi setelah dikembangkannya radiografi digital, dimana citra radiografi bisa diolah, dipergunakan dan disimpan dengan berbagai cara sehingga lebih fleksibel. Para peneliti melakukan banyak riset dalam perbaikan citra radiografi sehingga kualitas citra semakin baik dan meningkatkan unjuk kerja diagnosis (Ahmad S. A., 2012).

Segmentasi atau pemisahan antara objek gigi dengan bagian lainnya mendapat banyak perhatian dari peneliti. Metode yang pernah diusulkan oleh peneliti antara lain berbasis *phase congruency* atas struktur lokal citra (Sattar and Karray, 2012). Metode ini cukup kuat dan tidak terpengaruh oleh perubahan ukuran citra, perputaran, translasi, perubahan cahaya dan derau. Metode lain berbasis ekstraksi ciri tekstur menggunakan *graylevel co-occurrence matrix* juga diusulkan untuk memisahkan setiap gigi dalam foto rontgen (Rad, 2013).

Dari beberapa tinjauan pustaka diatas, akan dilakukan riset tentang melakukan peng-estimasi pada dentin tersier setelah dilakukan perawatan kaping pulpa berbasis metode pengolahan citra dalam bentuk aplikasi. Adanya aplikasi ini, akan membantu dalam kecepatan dan keakuratan ketika menghitung nilai ketebalan dentin tersier, sehingga dokter dapat menemukan informasi secara kuantitatif.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Estmasi

Estimasi adalah suatu parameter yang berpengaruh terhadap keseluruhan proses penggunaan sebuah estimator yang berfungsi untuk menghasilkan sebuah *estimate*. Untuk melakukan estimasi parameter populasi dapat menggunakan statistik sampel data yang disebut dengan Estimator. Dimana hasil pengukuran yang menggambarkan suatu karakteristik dari populasi disebut parameter. Dan statistik disebut dengan karakteristik dari suatu sampel (Harini, 2008).

Sumber lain menyatakan bahwa keadaan parameter populasi akan diketahui dengan estimasi. Hal ini dikarenakan, estimasi merupakan suatu pernyataan mengenai parameter populasi dan sampel, dalam hal ini sampel pengubah acak adalah sampel yang diambil dari populasi.

2.2.2 Karies

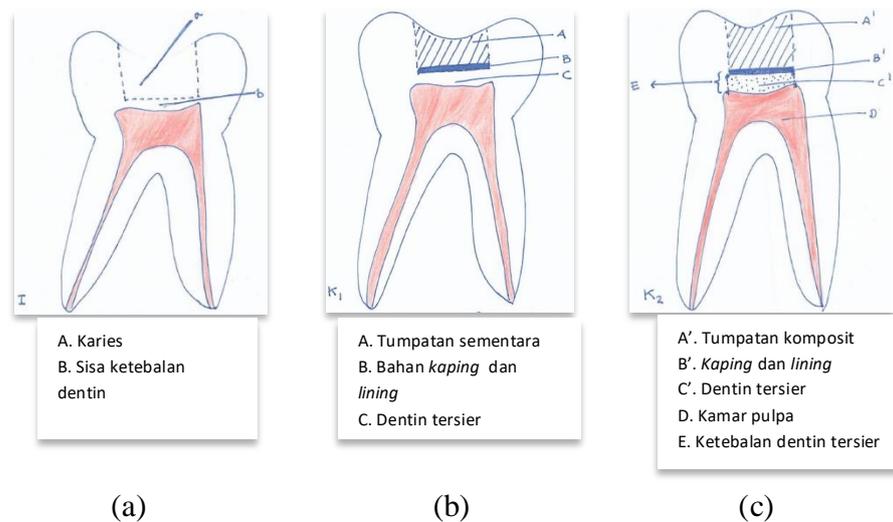
Karies adalah kerusakan jaringan gigi yang disebabkan oleh bakteri (Odzemir, 2014). Asam mikroba akan medemineralisasi *enamel* atau *cementum*. Awal kerusakan akibat penyakit karies terjadi pada *sub-surface* karena adanya difusi asam. Kerusakan primer yang terdeteksi secara klinis dikenal sebagai *whitespot* dan dapat dikembalikan dengan melakukan mineralisasi ulang pertumbuhan kristal *hidroksiapatit*. Karies yang berkelanjutan akan berdampak kavitasi, lalu dapat berlanjut ke dentin dan masuk ke dalam ruang pulpa yang akhirnya menyebabkan *nekrosis* dan *abses periapikal* (Samaranayake., 2006).

Karies merupakan salah satu penyakit kronis yang sering terjadi pada manusia. Faktor utama penyebab terjadinya karies disebabkan oleh karbohidrat, mikroorganisme *oral*, dan asam. Proses *chemico-parasit* terjadi pada 2 tahap, yaitu *decalcification enamel* dan *decalcification dentine* (Selwitz RH, 2008). Karies gigi yang tidak diobati dapat mempengaruhi berat badan, pertumbuhan dan kualitas hidup pada anak-anak prasekolah (Wang W, 2002). Akibat karies pada gigi permanen akan berlangsung seumur hidup karena sekali struktur gigi hancur maka

biasanya memerlukan restorasi dan pemeliharaan terus-menerus selama hidup (Wang W. T., 2012)

2.2.3 Perawatan Kaping Pulpa

Suatu gigi berlubang atau karies perlu dirawat untuk mencegah lubang yang semakin besar sehingga gigi dapat dipertahankan atau tidak perlu dicabut. Perawatan kaping pulpa ditujukan untuk melindungi pulpa dari iritasi dan mempertahankan vitalitasnya. Gambar 1 (a), (b) dan (c) merupakan ilustrasi gigi dengan karies, setelah perawatan tumpatan sementara dan setelah perawatan tumpatan komposit, secara berurutan. Pengamatan ketebalan dentin tersier dilakukan dengan membandingkan antara ketebalan setelah perawatan (Gambar 1 (b) dan (c)) dengan sebelum perawatan (Gambar 1 (a)). Dentin tersier yang semakin tebal setelah perawatan merupakan indikasi keberhasilan perawatan kaping pulpa (Puspita S., 2016).



2.2.4 Dentin Tersier

Dentin tersier adalah jaringan yang terbentuk sebagai respon terhadap rangsangan luar yang kuat pada fungsional gigi dan peradangan (Mjör, 2009). Dentin tersier dibentuk oleh *odontoblasts* sekunder yang dibedakan dari sel dan tidak terdiferensiasi di pulpa. Jika beberapa *odontoblasts* bertahan dari pengaruh stimulus luar, *odontoblasts* mungkin terus membentuk dentin sekunder. Bagian pertama terbentuk pada saat diferensiasi *odontoblasts* sekunder. Pada tahap ini *fibroblas* dalam pulpa dapat membentuk sebagian matriks dan dapat terjadi inklusi seluler dalam matriks. Matriks ini tidak memiliki tubulus dentin. Pembentukan dentin tersier yang berlanjut menghasilkan jaringan dengan tubulus yang serupa strukturnya dengan dentin primer dan sekunder.

2.2.5 Foto Rontgen

Pada tahun 1895 foto rontgen atau sinar-x pertama kali ditemukan oleh Rontgen. Sinar-x memiliki banyak sifat-sifat yang tidak diketahui pada saat pertama kali ditemukan. Sifat-sifat alami dari sinar-x baru ditemukan sekitar 17 tahun setelahnya. Difraksi sinar-x ini dapat “melihat” atau “membedakan” objek yang berukuran kurang lebih 1 *angstrom*. Sifat-sifat sinar-x tersebut antara lain adalah:

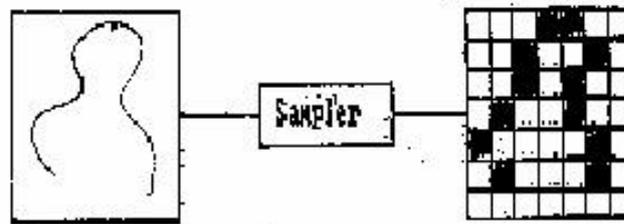
- a. Tidak dapat dilihat oleh mata, bergerak dalam lintasan lurus, dan dapat mempengaruhi film fotografi.

- b. Daya tembusnya sangat tinggi sehingga dapat menembus tubuh manusia, kayu, dan beberapa lapis logam tebal.
- c. Dapat digunakan untuk membuat gambar bayangan sebuah objek pada film fotografi (radiograf).
- d. Sinar-x merupakan gelombang elektromagnetik dengan energi $E = hf$.

Membombardir elektron yang berkecepatan tinggi pada suatu target yaitu anoda merupakan salah satu untuk membangkitkan sinar-x. Berdasarkan keadaan target (anoda), sumber sinar-x jenis ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sumber sinar-x yang beranoda diam (*fixed anode x-ray source*) dan sumber sinar-x dengan anoda berputar (*rotating anode x-ray source*). (Kardiawarman, 1996).

2.2.6 Pengertian Citra Digital

Secara istilah citra diartikan sebagai susunan dari banyak pixel yang merupakan bagian terkecil dari citra dan disusun membentuk gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi) (Munir, 2004). Citra adalah suatu gambaran, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek tertentu. Citra dapat dikategorikan menjadi 2 yaitu citra yang bersifat digital dan citra bersifat analog. Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Sedangkan citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, hasil CT Scan dll. (Sutoyo, 2009).



Gambar 2. 3 Citra kontinu (kiri), Citra digital (kanan)

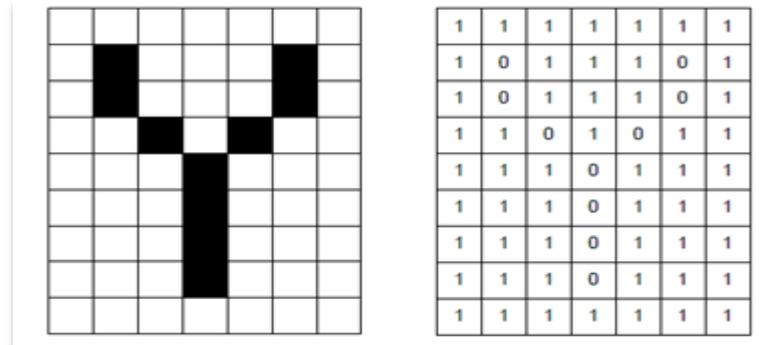
Dalam setiap piksel terdapat dua bilangan bulat yang berfungsi untuk menunjukkan lokasinya dan satu bilangan bulat untuk menunjukkan cahaya keadaan terang-gelap piksel pada suatu gambar tersebut (Pradhitya, 2015). Suatu piksel dapat ditunjukkan lokasinya dengan menggunakan koordinat (x,y) yang digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra. Tingkat pencahayaan suatu piksel dapat ditunjukkan dengan bilangan bulat yang besarnya 8 bit, dengan lebar selang nilai 0 - 255, di mana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih (Ahmad U. , 2005).

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2. 2 Reperentasi matriks dalam citra digital

Dari gambaran tersebut, jika dilihat secara matematis, dapat ditulis sebagai fungsi intensitas $f(x,y)$ pada citra digital dimana harga y (kolom) dan x (baris) adalah koordinat posisi dan $f(x,y)$. Nilai fungsi pada setiap titik (x,y) dapat menyatakan warna atau besar intensitas citra atau tingkat keabuan dari piksel di titik tersebut. Pada proses digitalisasi (sampling dan kuantitas) diperoleh besar baris M dan kolom N hingga

citra membentuk matriks $M \times N$ dan jumlah tingkat keabuan piksel G (Sutoyo, 2009).



Gambar 2. 4 Rerepresentasi Citra

Pada gambar 2.4 terdapat sebuah grid dengan masing-masing kotak persegi di dalam grid berisi piksel. Citra tersebut memiliki resolusi 7×9 adalah sebuah grid dengan 7 kolom dan 9 baris, yang mana berisi 63 piksel. Satu piksel tidak dapat disamakan dengan satu sentimeter atau satu milimeter, karena banyaknya piksel tidak menunjukkan ukuran fisik pada citra tersebut. Pas foto 3×4 cm tidak menunjukkan bahwa terdapat 3 kolom dan 4 baris piksel dalam citra tersebut, semakin banyak piksel semakin baik pula kualitas dari suatu citra akan tetapi tidak mempengaruhi luasan citra.

2.2.7 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah ilmu yang mempelajari hal-hal berkaitan dengan perbaikan kualitas terhadap suatu gambar (meningkatkan kontras, perubahan warna, restorasi citra), transformasi gambar (translasi, rotasi transformasi, skala, geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis,

melakukan penyimpanan data yang sebelumnya dilakukan reduksi dan kompresi, transmisi data, dan waktu proses data. Input pengolahan citra adalah citra, sedangkan outputnya adalah citra hasil pengolahan (Sutoyo, 2009).

Pengolahan citra digital adalah suatu pemrosesan citra, yang secara khusus menggunakan komputer sehingga kualitas citra tersebut menjadi lebih baik dan menghasilkan informasi nilai untuk setiap warnanya (Ahmad U. , 2005). Tujuan utama dari pengolahan citra adalah agar citra yang mengalami gangguan mudah untuk diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer). Teknik pengolahan citra digital adalah suatu teknik yang mentransformasikan citra dua dimensi menjadi citra lain dengan kualitas yang lebih baik menggunakan komputer (Munir, 2004). Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra dengan kualitas yang lebih baik dari citra masukan.

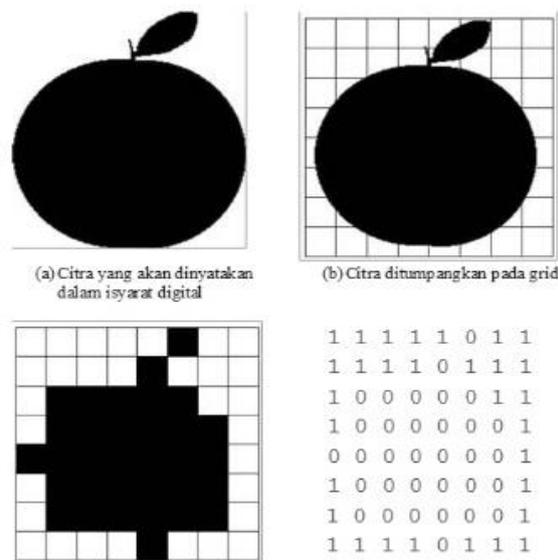
2.2.8 Citra Biner

Citra yang mempunyai piksel – pikselnya hanya terdapat dua nilai intensitas yaitu 0 dan 1. Nilai 0 menyatakan warna latar belakang (*background*) dan 1 menyatakan warna tinta atau objek (*foreground*) atau dalam bentuk angka 0 untuk warna hitam dan angka 255 untuk warna putih disebut dengan citra biner. Citra biner diperoleh dari nilai citra *threshold* sebelumnya (Sossa-Azuela, 2013). Secara umum, proses

pengembangan citra *grayscale* yang menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{jika } f(x,y) < T \end{cases} \quad (2)$$

Dengan $g(x,y)$ adalah citra biner dari citra *grayscale* $f(x,y)$ dan T menyatakan nilai ambang. Kualitas citra biner yang dihasilkan sangat tergantung pada nilai T yang digunakan. (Gonzalez, 2008).



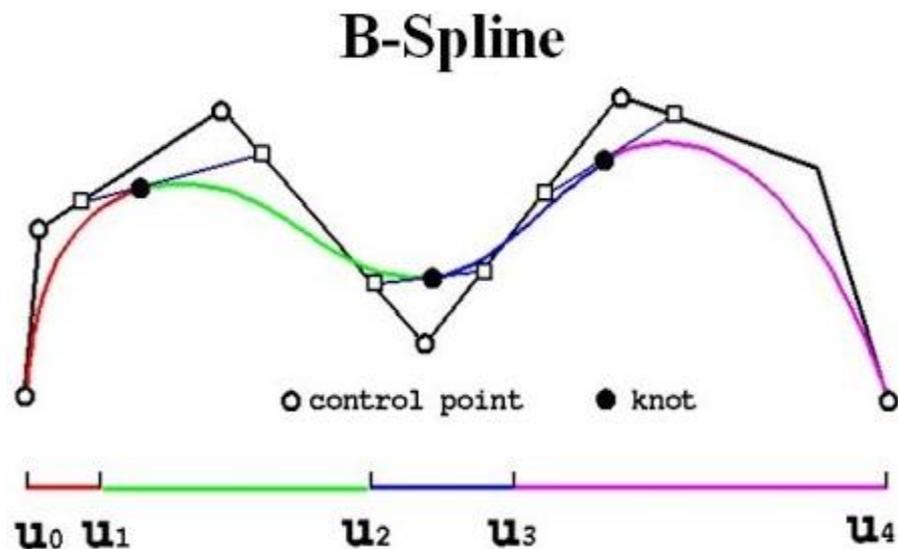
Gambar 2. 5 Digitalisasi citra biner

2.2.9 *B-Splines curve*

B-Splines dapat menyambungkan titik ke titik secara otomatis. *B-Splines* adalah generalisasi (pengembangan) dari metode *Bézier* (Andersson, 2003). *B-Splines* adalah salah satu metode untuk membentuk kurva yang merupakan kombinasi titik kontrol. (Marschner, 2009). Sumber lain mengatakan bahwa, *spline* adalah urutan segmen kurva yang dihubungkan untuk membentuk satu kurva kontinu tunggal.

B-Spline biasa digunakan untuk pemodelan karakter animasi untuk pembuatan film animasi (Julijana, 2013).

B-Spline pertama kali ditemukan oleh Schoenberg (Rogers, 2001). Awalnya, kurva *B-spline* dibatasi oleh ketidakstabilan algoritma untuk perhitungan mereka. Kemunduran ini diselesaikan oleh Cox dan de Boor yang mengusulkan algoritma perhitungan numerik berdasarkan *template* rekursif. Kemudian, Reisenfeld (Rogers, 2001) mengungkapkan bahwa *B-spline* adalah *tool* yang baik untuk menggambarkan bentuk-bentuk bebas dan basis *B spline* yang diterapkan untuk definisi kurva.



Gambar 2. 6 Reperentasi *B-Spline*

Kelebihan dari metode *B-Splines* di-bandingkan metode *Bézier* adalah derajat kontinuitas yang dapat diubah hingga mencapai jumlah titik kontrol, sehingga metode *B-Splines* dapat meghasilkan kurva yang sangat halus. *B-Splines* menggunakan fungsi basis untuk

memperkirakan sejumlah n titik dengan kurva *poly-nomial* berderajat d yang memberikan kontinuitas $C^{(d-1)}$.

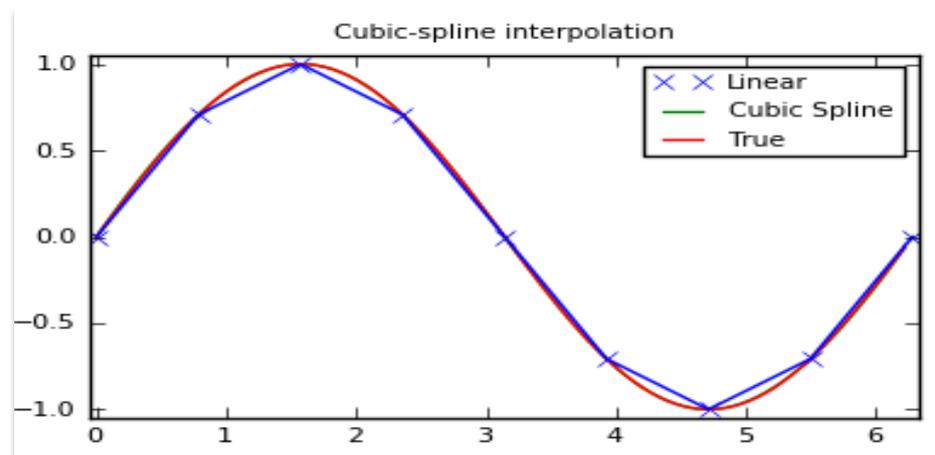
Persamaan (3) merupakan formula umum untuk membentuk kombinasi linear dalam *B-Splines* (Marschner, 2009).

$$f(t) = \sum_{i=1}^n p_i b_{i,k}(t) \quad (3)$$

dimana p_i adalah koefisien titik kontrol berjumlah n dan b_i adalah *basis function*.

2.2.10 Cubic Splines Interpolation

Tujuan *cubic splines interpolation* adalah mendapatkan formula interpolasi yang kontinyu baik pada derivatif pertama dan kedua, serta baik dalam interval maupun pada *interpolating nodes*. *Cubic spline* akan memberi kita fungsi interpolasi yang lebih halus. Kontinuitas turunan pertama berarti bahwa grafik $y = S(x)$ tidak akan memiliki sudut tajam. Kontinuitas turunan kedua berarti bahwa jari-jari kelengkungan didefinisikan pada setiap titik (Wang K., 2013).



Gambar 2. 7 Reprerentasi *Cubic-Spline interpolation*

Splines dan khususnya *cubic splines* adalah model yang sangat populer untuk interpolasi (Gao, 2011). Secara historis, '*spline*' adalah *drafting tool* yang umum, seperti *flexible rod*, yang digunakan untuk membantu menarik kurva halus untuk menghubungkan titik-titik spasi yang luas (Epperson, 1998).

$$\begin{aligned} S_1(x) &= y_1 + b_1(x-x_1) + c_1(x-x_1)^2 + d_1(x-x_1)^3 \text{ on } [x_1, x_2] \\ S_2(x) &= y_2 + b_2(x-x_2) + c_2(x-x_2)^2 + d_2(x-x_2)^3 \text{ on } [x_2, x_3] \\ S_{n-1}(x) &= y_{n-1} + b_{n-1}(x-x_{n-1}) + c_{n-1}(x-x_{n-1})^2 + d_{n-1}(x-x_{n-1})^3 \text{ on } [x_{n-1}, x_n] \end{aligned} \quad (4)$$

Jika memberikan titik data n dari $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, dimana x_i adalah berbeda dan nilainya selalu bertambah. Ketika *cubic spline* $S(x)$ melewati titik data $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ adalah suatu bentuk dari cubic polynomials seperti pada persamaan (4) (Wang K. , 2013).

Pada sumber lain cubic spline curve dapat dirumuskan seperti persamaan (5), hal ini dijelaskan bahwa parameter $t(j)$ untuk titik ke- j dipilih dengan skema Eugene Lee's (Lee, 1989) sentripetal, yaitu akumulasi akar kuadrat dari panjang *chord*.

$$\sum_{i < j} \sqrt{\|points(:, i+1) - points(:, i)\|_2} \quad (5)$$