

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada sub bab ini akan berisi penjelasan mengenai referensi apa saja yang nantinya akan dimasukkan dalam analisis dan pembahasan pada tugas akhir ini.

2.1.1. Penelitian Sebelumnya

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Manmadhachary dkk (2016), pada jurnal *Manufacturing Processes* yang berjudul “*Improve the accuracy, surface smoothing and material adaption in STL file for RP medical models*”, pembuatan model medis yang akurat dari *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM) merupakan teknik yang berguna dalam kasus operasi medis yang kompleks. Gambar DICOM yang berdasarkan voxel (gambar yang tersusun dari kotak) diubah menjadi file dengan format ekstensi *Stereo Litography* (.Stl). Hal ini dilakukan agar pembuatan model pada mesin Rapid Prototyping menjadi sempurna. Namun, file ekstensi ini masih ada kemungkinan terjadinya permukaan yang cacat (ketidakakuratan dan output dari hasil STL kasar). Untuk mengatasi permasalahan tersebut harus dilakukan *smoothing mesh* untuk mendapatkan permukaan objek fisik medis yang akurat dan halus dengan MATLAB 8.1 Hasil *smoothing* nantinya dibandingkan dengan hasil .STL 3D CAD dan proses pindai. Hasil dari penelitian sebelumnya oleh Pekka, dkk (2016) didapatkan bahwa *Digital Impression* untuk pembuatan *crowns and short fixed dental prostheses (FDPs)* yang didukung implan, hasilnya dapat diterima secara klinis. Teknik Digital Impression juga lebih cepat dan dapat mempersingkat waktu proses.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Quaas dkk (2007) menjelaskan bahwa penggunaan teknologi CAD/CAM untuk produksi restorasi gigi memiliki prasyarat dasar yaitu akuisisi data (digitalisasi). Terdapat dua metode yang tersedia untuk saat ini yaitu digitalisasi ekstraoral master cetakan dan akuisisi data intraoral langsung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki ketidakpastian pengukuran ((+/- 2sigma) dan akurasi tiga dimensi dari *immediate tactile in-office digitization of dental impressions*, serta digitalisasi mekanis dari *ceramic master dies using a high-precision touch-probe digitizer*. Hasil akhir yang dapat disimpulkan dari penelitian ini berupa *Mechanical digitizers* menunjukkan ketidakpastian pengukuran yang sangat rendah dan tingkat kepresisian yang

tinggi, serta direkomendasikan untuk membuat hasil *digital impression* secara ekstraoral dengan cara mengambil impresi dan membuat model cetakan dari impresi tersebut.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anggoro dkk (2018) membahas mengenai penggunaan *Computer Aided Reverse Engineering System (CARESystem)*. Penggunaan *CARESystem* tersebut bertujuan untuk mengurangi kesalahan saat proses pemindaian bentuk kaki pasien. Penggunaan metode ini dapat menjamin akurasi dimensi dan kenyamanan dalam produksi sepatu *orthotics*. Akurasi dimensi yang didapatkan berdasarkan analisis yang dilakukan didapati bahwa toleransi kurang dari 1mm. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sepatu *orthotics* bagi penderita diabetes, agar para penderita diabetes dapat memiliki alas kaki yang nyaman digunakan.

Adhigasakti. C (2020) pada penelitiannya yang membahas mengenai penggunaan teknik *photogrammetry* jarak dekat. Objek utama dari penelitian tersebut yaitu pasien berkelainan bentuk kaki dan pernah diamputasi sebagai alternatif pengganti mesin *scanning*. Teknik fotogrametri dilakukan karena tingginya biaya yang dikekuarkan bila menggunakan mesin *scanning*. Data yang diperoleh dari teknik fotogrametri yang diolah lebih lanjut dapat menghasilkan *3D model*. Proses *scanning* pada penelitian ini dilakukan dengan teknik manual menggunakan satu kamera digital dan menghasilkan foto dengan format *.jpg*. Foto yang dihasilkan dari kamera ini lalu diproses agar menghasilkan *point cloud* yang akan diubah menjadi bentuk *mesh* pada *software agisoft photoscan*. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu penggunaan fotogrametri dapat membantu proses RE pada alat - alat kesehatan seperti produk *orthotics* dan *prosthetics*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini berupa *error model* pada objek pasien penderita kaki *clubfoot* kurang dari 2 cm.

Penelitian oleh Hartadi dkk (2018) mengungkapkan bahwa penggunaan metode *photogrammetry* dapat dilakukan dengan *action cam* sebagai alat untuk mengumpulkan data. Hasil foto yang didapatkan dapat diubah menjadi data *3D* dan dapat pula dibuat *3D modelnya* setelah diolah sedemikian rupa. Data data yang berupa kumpulan foto tersebut diperoleh dengan memosisikan sebuah kamera yang diletakan pada suatu titik tertentu (titik *eksposure*) yang digunakan sebagai sumbu rotasi kamera. Pemrosesan foto hasilnya akan lebih baik jika menggunakan kalibrasi, hal ini dilakukan agar mengurangi distorsi. Objek pada

penelitian ini adalah sebuah bangunan yang di foto secara *panoramic photography* dengan menggunakan kamera *GoPro*. Untuk mengembangkan penelitian tersebut terdapat sebuah kesempatan dengan menggunakan kamera yang lebih baik jenisnya dan dapat diterapkan pada objek lain yang berbeda.

Menurut Jebur. A dkk (2016) penggunaan fotogrametri dapat menghasilkan data model 3D sesuai dengan yang diinginkan. Data yang didapat diperoleh dari penggunaan *software Agisoft Photoscan*. *Software* ini merupakan alat bantu yang dapat digunakan untuk merubah gambar atau foto menjadi model 3D. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi dan kinerja dari *software agisoft photoscan* dalam pengaplikasian pemodelan 3 dimensi. Penelitian tersebut menghasilkan validasi dan analisis bentuk statis dari data yang dihasilkan.

Perbandingan antara keakuratan dua *software* yaitu *Agisoft Photoscan* dengan *Pix 4D* versi 1.3.67 pernah dibahas oleh Rani dan Rusli (2017). Penelitian tersebut dilakukan untuk menilai dan mengetahui tingkat keakuratan *orthophoto* yang diproses menggunakan kedua *software* tersebut. Penelitian ini menggunakan dua macam analisis yaitu analisis kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk mendapatkan akurasi, sedangkan analisis kualitatif untuk mendapatkan kualitas 3D model yang didapatkan.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penggunaan metode RE pada penelitian – penelitian sebelumnya pada dasarnya dilakukan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi dalam penelitian tersebut. Begitu juga pada penelitian sekarang, penggunaan metode RE dilakukan oleh penulis dalam proses pembuatan gigi tiruan. Penggunaan metode RE dilakukan agar didapatkannya data berupa dimensi yang heterogen, yang dimana data tersebut kedepannya akan dijadikan dasar untuk mempermudah proses pembuatan gigi tiruan. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan kamera DSLR dan akan diproses lebih lanjut dengan *software Agisoft Photoscan*. Objek yang dipilih berupa cetakan gigi tiruan bagian atas dan bawah, dimana hal tersebut sebagai pembuktian bahwa terdapat celah dari penelitian sebelumnya, karena belum terdapat penerapan metode tersebut pada objek ini. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berupa 3D produk dengan dimensi yang sesuai keadaan aslinya. Data tersebut kemudian diolah untuk dijadikan dasar dalam proses pembuatan cetakan gigi tiruan.

2.2. Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang merupakan pendukung dari penelitian ini.

2.2.1. Gigi Tiruan

Menurut Setyadi. D. A (2011), gigi pada seseorang yang hilang secara sebagian atau keseluruhan (*edentulous*) merupakan suatu keadaan dimana satu atau lebih gigi lepas dari soketnya atau tempatnya. Kejadian hilangnya gigi sulung (*decidu*) pada anak – anak usia 6 tahun dapat digantikan oleh gigi permanen. Kehilangan gigi juga dapat terjadi pada orang dewasa. Kehilangan gigi pada orang dewasa ini dapat disebabkan oleh penyakit periodontal, gigi berlubang (*karies*), pencabutan, trauma dan fraktur.

Menurut Gaib. Z (2013) pengertian dari gigi tiruan yaitu suatu alat tiruan yang dapat digunakan untuk mengganti sebagian atau keseluruhan gigi yang sudah hilang serta mengembalikan perubahan struktur jaringan akibat hilangnya gigi asli. Menurut Wahjuni dan Mandanie (2017) terdapat dua macam gigi tiruan secara garis besar, yaitu gigi tiruan cekat dan gigi tiruan lepasan. Gigi tiruan lepasan merupakan gigi yang dapat dilepas pasang sendiri oleh pasien. Gigi tiruan lepasan ini dapat dibedakan menjadi gigi tiruan keseluruhan dan gigi tiruan sebagian. Gigi tiruan cekat / *fixed* merupakan gigi tiruan yang disematkan pada gigi pasien secara permanen.

Berikut merupakan penjelasan lebih detail mengenai jenis-jenis gigi tiruan menurut Wahjuni dan Mandanie (2017), yaitu sebagai berikut:

a. Gigi Tiruan Cekat / *Fixed*

Gigi tiruan Cekat merupakan restorasi pada gigi yang sudah dipersiapkan dengan cara dipasang secara permanen. Hal ini dilakukan untuk menggantikan gigi yang sudah hilang atau rusak secara sebagian atau keseluruhan.

b. Gigi Tiruan Sebagian Lepas

Gigi tiruan ini merupakan protesa yang dapat menggantikan satu atau beberapa gigi yang hilang yang dimana pasien dapat dengan tanpa pengawasan dokter gigi melepas pemasangan gigi tiruan tersebut. Gigi tiruan jenis ini dapat digunakan baik pada rahang atas maupun rahang bawah. Gigi tiruan ini dapat menjadi alternatif perawatan prostodontik dengan biaya yang lebih terjangkau untuk sebagian besar pasien.

c. Gigi tiruan lengkap lepasan

Gigi tiruan lengkap lepasan merupakan gigi tiruan yang menggantikan keseluruhan gigi pada rahang atas maupun rahang bawah pasien. Gigi tiruan jenis ini dapat dilepas pasang oleh pasien secara mandiri.

Terdapat dua buah cara pembuatan gigi tiruan lepasan yaitu, pertama secara konvensional untuk yang umum digunakan saat ini dan kedua yang sedang dikembangkan saat ini yaitu secara modern dengan metode *Intra Oral digital Scanner* (IOS). Untuk pembuatan gigi secara konvensional memiliki beberapa tahapan yang perlu dilakukan. Untuk tahapan dalam pembuatan gigi palsu secara konvensional yaitu seperti berikut ini :

1. Membuat Cetakan Negatif

Cetakan negatif didapatkan dengan cara pasien menggigit sendok cetak yang sudah diisi oleh bahan *alginate*. Hasil dari gigitan pasien tersebut berupa bentuk atau kontur gigi pasien.

2. Membuat Cetakan Positif

Hasil cetakan negatif yang sudah dihasilkan sebelumnya, kemudian diberi cairan gips untuk mendapatkan cetakan positif. Cairan gips tersebut dituangkan ke dalam cetakan negatif lalu didiamkan hingga mengeras.

3. Penyusunan Gigi Tiruan

Setelah didapatkan cetakan positif, kemudian cetakan positif tersebut dilakukan penyusunan gigi tiruan. Penyusunan tersebut dilakukan menggunakan wax.

4. Penanaman Model kerja ke dalam *Cuvet*.

Gigi tiruan yang sudah tersusun atau bisa disebut model kerja kemudian dimasukkan ke dalam *cuvet* dan direkatkan dengan gips. Proses ini dilakukan agar saat proses selanjutnya model kerja tidak berubah posisinya.

5. Proses *Boiling Out*.

Model kerja yang sudah terpasang didalam *cuvet* kemudian direbus didalam panci yang berisi air, proses perebusan ini dinamakan *Boiling Out*. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan wax yang sebelumnya diletakan untuk penyusunan gigi.

6. Pengisian Bahan *Acrylic*

Bahan *acrylic* dimasukkan kedalam model kerja untuk menggantikan *wax* yang sudah dihilangkan pada proses sebelumnya. Bahan *acrylic* ini juga lah yang nantinya digunakan sebagai media pemasangan gigi palsu untuk digunakan pasien.

7. Proses *Curing*

Proses ini dilakukan dengan cara merebus kembali cuvet yang sudah berisi model cetak dengan bahan *acrylic*. Proses ini dilakukan untuk mengeraskan bahan *acrylic* sehingga tidak mudah berubah bentuknya saat digunakan nantinya.

8. *Finishing* dan *Polishing*

Model cetak berbahan *acrylic* yang sudah mengeras kemudian dilakukan proses finishing untuk merapikan bentuk permukaannya agar lebih nyaman saat digunakan. Setelah proses finishing selesai tahapan terakhir yang dilakukan yaitu *polishing*. Proses *polishing* dilakukan untuk mendapatkan gigi palsu yang mengkilap.

Untuk proses pembuatan gigi secara modern dengan metode IOS tahapannya lebih singkat dan *simple*. Alat yang digunakan untuk metode IOS memiliki tiga komponen utama, yaitu pertama *wireless mobile workstation* untuk mendukung entri data, kedua monitor computer untuk memasukan *pre-prescriptions*, menyetujui pindaian, dan meninjau file digital, lalu yang ketiga *wand* yang berfungsi untuk mengumpulkan data pindaian dari mulut pasien. Untuk cara IOS yaitu dengan mengumpulkan titik data gambar permukaan gigi menggunakan sinar laser yang ditembakkan oleh *wand*. Sinar laser tersebut lalu dipantulkan kembali ke kamera atau sensor yang terdapat pada *wand*. Setelah ditangkap sensor data tersebut diproses dengan algoritma berdasarkan pengukuran puluhan atau ratusan ribu pengukuran tiap inci untuk menghasilkan representasi 3D dari bentuk permukaan gigi. Pemrosesan algoritma tersebut dilakukan dengan computer yang sudah terintegrasi dengan *wand*. Setelah didapatkan data 3D model dari mulut pasien kemudian data tersebut diolah dahulu dengan software yang juga sudah terintegrasi dengan alat IOS untuk menghasilkan cetakan positif gigi pasien. Hasil cetakan positif gigi ini yang nantinya akan dikirimkan ke lab gigi untuk diproses menjadi gigi palsu.

2.2.2. 3D Scanning

3D *Scanning* adalah proses pengambilan data berupa bentuk suatu objek dalam membuat pemodelan 3D dari objek tersebut dengan format *Stereo Lithography (STL)*. Model 3D yang digunakan pada dasarnya merupakan kumpulan poin yang tersusun pada muka ruang 3D dari objek yang dipindai (Heo dan Lee, 2016). Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan pada proses pemindaian 3D seperti :

a. Metode *Contact*

Metode *contact* merupakan metode yang dilakukan melalui sebuah sentuhan fisik. Metode ini menggunakan sekumpulan data objek yang berasal dari sentuhan permukaan objek. Contoh penggunaan metode ini dalam perusahaan Manufaktur yaitu *Coordinate Measuring Machine (CMM)*. CMM dilakukan dengan cara kontak langsung menggunakan mesin pengambil gambar (*Probe*) pada objek yang dipindai. Kelemahan dari penggunaan CMM yaitu dapat menyebabkan perubahan bentuk benda akibat terkikis oleh *probe*. Selain CMM terdapat *metode contact* yang lain yaitu *CGI (Computer Generated Imagery)*.

b. Metode *Contactless*

Metode ini dalam pengaplikasiannya menggunakan sekumpulan data dari permukaan suatu objek 3D, dimana data – data tersebut dikumpulkan tanpa ada kontak. Cara untuk melakukan pemindaian dengan metode ini yaitu dengan memancarkan semacam cahaya, kemudian pantulan dari cahaya tersebut dideteksi untuk menyelidiki suatu objek.

c. *Structured Light*

Metode *structured light* merupakan sebuah metode dimana pola cahaya pada suatu subjek diproyeksikan dengan pemindai 3D yang memiliki cahaya terstruktur. Penggunaan proyektor LCD maupun sumber cahaya lain yang stabil dilakukan untuk memproyeksikan pola cahaya. Hasil dari proyeksi cahaya ini akan menghasilkan penyimpangan atau deformasi pola garis pencahayaan pada subjek. Deformasi pola cahaya tersebut akan dimanfaatkan untuk merekonstruksi bentuk permukaan objek.

d. *Coded Light*

Metode ini menggunakan proyektor video sebagai pengganti kamera untuk memproyeksikan cahaya ke objek. Penggunaan proyektor dilakukan kerana piksel

dapat *flexible* diatur, dengan begitu gambar dapat lebih mudah dibedakan dengan menggunakan *local coding*.

e. *Time of Light*

Metode ini memanfaatkan sinar laser yang dipancarkan dan diterima oleh *detector*. Sinar laser yang dipancarkan akan dihitung dan dibandingkan waktu tempuhnya sehingga didapatkan kedalaman objek. Penggunaan metode ini biasa dilakukan pada objek berupa bangunan, relief, maupun objek *landscape* yang lain.

f. *Triangulation*

Mirip dengan metode *time of light* yang memanfaatkan pancaran laser, hanya saja perbedaan dalam metode ini yaitu dalam hal parameter yang digunakan. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah titik jatuhnya pancaran laser pada objek bukan waktu tempuhnya. Metode ini memiliki tiga variabel yang diposisikan berbentuk segitiga. Ketiga variabel tersebut berupa sumber cahaya laser, titik laser yang jatuh pada objek, dan kamera.

g. *Photo Based Scanning*

Metode ini merupakan penggabungan antara kamera dengan suatu *software* khusus. Metode ini menggunakan kamera untuk mendapatkan gambar dari berbagai sudut pandang dengan memanfaatkan sumber cahaya yang terdapat dari luar sistem.

2.2.3. Teori Computer Aided Design (CAD)

Computer aided design (CAD) adalah inovasi teknologi yang membantu menggambarkan suatu ilustrasi menjadi sebuah bentuk 3D. (Inder, 2009). Hasil yang didapatkan pada proses ini dapat berupa *surface*, *solid*, dan *mesh*. Pada proses *reverse engineering* diperlukan proses CAD. Proses CAD bertujuan untuk mengubah file dari hasil pindai 3D *mesh* dalam format *.stl* ke 3D CAD dalam format *.psmodel*. Proses *convert* ini dilakukan dengan cara menggambar ulang untuk menghasilkan gambar 3D yang sangat baik dan mudah untuk dilakukan pengeditan gambar. Selain memudahkan peneliti untuk mengedit model 3D, proses CAD ini juga akan menghasilkan gambar yang lebih halus jika dilakukan proses permesinan.

2.2.4. Rapid Prototyping

Menurut Kamrani dan Nasr (2006) pengertian dari Rapid Prototyping adalah suatu metode yang diterapkan dalam pembuatan model yang memiliki skala tertentu

(*Prototype*) dari beberapa bagian paling dasar dari sebuah produk (*part*) sampai proses perakitan (*assembly*) dengan menggunakan data sebelumnya yang telah diolah menggunakan CAD. Terdapat peralatan yang dibutuhkan dalam suatu proses *prototyping* yaitu *Computer Numerically Controlled (CNC)*. Peralatan tersebut dibutuhkan secara langsung maupun tidak langsung dalam proses *prototyping* dengan penggunaan data CAD sebelum penerapan RP. Produk yang dihasilkan dari RP nantinya dapat digunakan untuk pengujian suatu bagian dari sebuah produk.

Pada masa sekarang salah satu syarat yang dibutuhkan oleh sebuah perusahaan untuk mendapatkan produk yang sempurna yaitu penggunaan *prototype*. Terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki RP dalam penggunaannya di dunia industri pada masa sekarang, seperti :

- a. Meningkatkan efektifitas komunikasi di lingkungan sekitar industri maupun konsumen dalam penapliksiannya.
- b. Kesalahan yang mungkin terjadi di lingkungan produksi dapat diminimalisir sehingga dapat mengurangi bengkaknya biaya produksi di suatu perusahaan.
- c. Dapat meminimasi waktu pengembangan sebuah produk.
- d. Dapat mengurangi adanya perubahan-perubahan dasar yang mungkin terjadi.
- e. Dapat memperpanjang jangka pakai suatu produk dengan cara menambah atau mengurangi fitur tertentu.

Terdapat beberapa metode RP yang sedang berkembang sekarang, seperti :*Selective Laser Sintering (SLS)*,*Stereolithography (SLA)*, *Laminated Object Manufacturing (LOM)*, *Sokud Ground Curing (SGC)*, *Fused Deposition Modeling (FDM)*.

2.2.5. Reverse Engineering (RE)

Pengertian RE menurut Urbanic dkk (2008) yaitu suatu proses dalam bidang manufaktur yang bertujuan untuk *re-design* suatu produk maupun menduplikat suatu produk (Produk, sub-assembly, Part) tanpa memahami informasi data dari produk yang sebelumnya sudah ada. Penggunaan RE saat ini lebih berfokus untuk mendapatkan suatu model 3D dari sebuah objek yang sudah ada. RE sendiri memiliki dua pendekatan dalam mengembangkan suatu produk, yaitu pendekatan konvensional dan pendekatan non-konvensional . Penjelasan mengenai kedua pendekatan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Pendekatan Konvensional

Pendekatan konvensional merupakan suatu pendekatan untuk merubah suatu objek fisik ke model digital dengan menggunakan system CAD dalam pengembangannya. Pemodelan konseptual dilakukan untuk mengekspor informasi dari CAD yang sudah dihasilkan ke dalam format standar (STL *binary* / IGES *Point*, STL *Surface* / IGES *atau VDA point*, DXF *polyline*, ASCII *data*). Proses *Impor* juga dapat dilakukan ke sistem CAE atau CAM dengan format data yang sama.

b. Pendekatan Non-konvensional

Pendekatan ini dilakukan apabila pendekatan konvensional tidak dapat dilakukan karena tidak memiliki informasi data berformat CAD. Pendekatan ini memungkinkan untuk dapat menangkap geometri dan menghasilkan model numeric konseptual yang dibutuhkan dalam sistem CAM dan CAE.

2.2.6. Photogrammetry

Menurut Schenk (2005) *photogrammetry* sendiri tidak memiliki definisi atau pengertian yang dapat diyakini atau terdefiniskan secara umum. *Photogrammetry* dalam Bahasa Yunani terdiri dari tiga kata seperti "*phos*" atau "*phot*" yang artinya cahaya, "*Gramma*" yang memiliki arti sesuatu yang tergambar, dan "*metrein*" yang artinya satuan. *Photogrametry* dapat berarti suatu ilmu yang digunakan untuk mendapatkan data mengenai sifat dari permukaan suatu benda tanpa mengalami kontak fisik. Ilmu *Photogrammetry* sebenarnya lebih mendalam tentang pengukuran dan informasi yang telah didapatkan. *Photogrammetry* bertujuan untuk merekonstruksi suatu objek secara tiga dimensi dalam bentuk digital atau grafis.

Terdapat sebuah cabang ilmu dari *photogrammetry* yang disebut *photogrammetry closed range (CRP)* atau fotogrametri jarak dekat. CRP ini pada umumnya digunakan untuk foto terestrial dengan objek berjarak sampai 100 meter (Atkinson 1996). Metode ini biasa dimanfaatkan dalam bidang geodesi untuk mendapatkan informasi volume, jarak dan luas dari suatu objek yang sudah diambil gambarnya dalam bentuk foto. Hasil dari metode ini yaitu koordinat tiga dimensi dalam sistem foto. Diperlukan sebuah proses hitungan fotogrametri seperti orientasi dalam, luar, dan absolut untuk mendapatkan model tiga dimensi. Model ini ditampilkan oleh titik – titik tiga dimensi (x, y, z). Sebuah model tiga dimensi dibentuk dari dua buah foto yang bertampalan yang dihasilkan dari perbedaan dua posisi pemotretan.

2.2.7. *Agisoft Photoscan*

Agisoft Photoscan merupakan sebuah *software* pemodelan 3 dimensi yang dapat digunakan untuk merubah gambar diam menjadi model 3D dengan kualitas professional. *Software* ini beroperasi menggunakan gambar yang memiliki kondisi tak terkendali dengan memanfaatkan teknologi rekonstruksi *multi-view* 3 dimensi terbaru. Penyelarasan dan rekonstruksi model 3 dimensi dari gambar dilakukan secara otomatis dengan syarat objek memiliki minimal dua sisi foto. Pengambilan foto dapat dilakukan dengan kamera digital secara metrik maupun non-metrik. Terdapat beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan model 3D dengan menggunakan *software* ini, seperti:

a. *Aligning Photos*

Proses ini akan mensejajarkan sejumlah foto yang telah di ekspor ke dalam *software*. Proses ini dilakukan agar posisi dan orientasi kamera dari setiap foto dapat ditemukan sehingga didapatkan *point cloud* model.

b. *Alignment Parameters*

Untuk mengontrol prosedur *aligning photos* terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan. Parameter - parameter ini digunakan untuk memodifikasi pengaturan *align photos* dan prosedur pelurusan foto saat proses *aligning photo*. Parameter - parameter tersebut meliputi:

i. *Accuracy*

Pengaturan akurasi berfungsi untuk mendapatkan perkiraan posisi kamera, semakin tinggi akurasi yang dipilih akan mendapatkan posisi yang lebih akurat. Terdapat tiga pengaturan akurasi yaitu high, medium, dan low. Semakin tinggi pengaturan akurasi maka waktu yang dihasilkan untuk *prosesing align photos* juga lebih lama.

ii. *Pair Preselection*

Proses ini dilakukan untuk menyesuaikan fitur yang terdeteksi dalam foto, semakin besar ukuran foto maka waktu yang dibutuhkan juga semakin lama. Terdapat cara untuk mempercepat proses ini yaitu dengan terlebih dahulu memilih bagian dari gambar berpasangan yang akan disesuaikan. Agar lebih efisien saat membuat prosedur pemilihan awal lebih baik jika menyesuaikan tingkat ketinggian ground terlebih dulu pada bagian dari referensi dengan menggunakan citra miring. Penyertaan data yaw, pitch, dan data roll pada informasi ketinggian tanah diperlukan juga untuk kamera pada saat mengisi

panel referensi. Terdapat dua mode dalam *pair preselection*, yaitu pertama mode umum yang menggunakan pengaturan akurasi rendah dalam memilih pasangan foto yang bertumpukan, dan kedua yaitu mode penentuan referensi dengan memilih pasangan foto yang bertumpukan berdasarkan ukuran posisi kamera.

iii. *Key Point Limit*

Tahap pemrosesan akan memperhitungkan setiap gambar untuk mendapatkan angka yang akan menunjukkan batas atas titik fitur. Photoscan dapat menggunakan nilai nol untuk mendapatkan sebanyak mungkin titik *point*, tetapi banyak hasil *point* yang didapatkan kurang dapat diandalkan.

iv. *Tie Point*

Setiap gambar dicocokkan dengan angka untuk menunjukkan titik batas atas. *Point filtering* tidak dapat dilakukan dengan menggunakan nilai nol.

v. *Constrain Features by Mask*

Fitur ini digunakan untuk membuang suatu bagian gambar terdeteksi yang dianjurkan oleh *software*.

c. *Building Dense Point Cloud*

Penggunaan *software* ini dimungkinkan dapat memvisualisasi dan mendapatkan *point cloud*. *Point cloud* dihasilkan dari penggabungan dan penghitungan setiap gambar dari kamera. Hasil *point cloud* ini mirip dengan *point cloud* LIDAR yang padat. Untuk *dense point cloud* yang dihasilkan dapat diolah lebih lanjut dengan menggunakan *software* ini maupun dengan *software* lain yang *compatible*.

d. *Building Mesh*

Point cloud yang sudah dihasilkan dapat diproses dan diubah menjadi model *mesh* sesuai dengan bentuk asli objek dengan menggunakan fitur *building mesh*. Model *mesh* ini dapat digunakan untuk proses lebih lanjut seperti *editing*, analisis, maupun proses manufaktur pada *software* lain.

e. *Building Model Texture*

Mesh model yang dihasilkan dapat diproses lebih lanjut untuk mendapatkan *texture* sesuai objek aslinya dengan menggunakan fitur ini. Model *Building Texture* yang sesuai dapat menghasilkan kualitas visual yang baik.