

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Patah tulang atau fraktur adalah hilangnya kontinuitas tulang, tulang rawan dan lempeng pertumbuhan yang disebabkan oleh trauma dan non trauma. Fraktur lengkap terjadi apabila seluruh tulang patah, sedangkan fraktur tidak lengkap adalah fraktur yang tidak melibatkan seluruh ketebalan tulang. Pada beberapa keadaan trauma muskuloskeletal, fraktur dan dislokasi dapat terjadi bersamaan. Hal ini terjadi apabila kehilangan hubungan yang normal antara kedua permukaan tulang disertai dengan fraktur persendian tersebut (Apley & Solomon, 2013). World Health Organization (WHO) mencatat pada tahun 2011 – 2012 terdapat 5,6 juta orang meninggal dunia dan 1,3 juta orang menderita fraktur akibat kecelakaan lalu lintas (WHO, 2011). Penyebab terbanyak fraktur adalah kecelakaan, baik itu kecelakaan kerja, kecelakaan lalu lintas dan sebagainya. Tetapi fraktur juga bisa terjadi akibat faktor lain seperti proses degeneratif dan patologi (Depkes RI, 2005).

Fraktur os maxilla sendiri bagian dari trauma *maxillofacial* cukup sering ditemukan walaupun lebih jarang dibandingkan dengan fraktur mandibula. Kecelakaan kendaraan bermotor merupakan penyebab tersering fraktur maxilla maupun fraktur wajah lainnya. Pada fraktur maxilla juga dapat muncul berbagai komplikasi yang cukup berat, dimana apabila tidak ditangani dengan baik dapat mengakibatkan kecacatan dan kematian.

Trauma *maxillofacial* cukup sering terjadi. Hampir semua dokter baik itu dokter umum maupun dokter spesialis bedah mendapatkan pasien trauma wajah selama prakteknya. Dokter bedah plastik yang memiliki keahlian khusus dalam anatomi wajah, latar belakang estetika, dan keahlian dalam penyembuhan luka sering kali mendapatkan rujukan untuk menangani pasien trauma wajah.

Material yang digunakan untuk fiksasi internal menggunakan material biokompatibel yang *rigid*, seperti stainless steel, kobalt kromium, titanium dan material komposit (Ali M.S, 1990, Saidpour SH., 2006).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian *coating powder hydroxyapatite* menggunakan metode *thermal barrier coating* adalah sebagai berikut,

1. Bagaimanakah perubahan tekanan asetelin pada proses *thermal barrier coating* berpengaruh terhadap kondisi mikro dan makro hasil pelapisan?
2. Bagaimanakah perubahan tekanan asetelin pada proses *thermal barrier coating* berpengaruh terhadap kekuatan kerekatan atau *adhesive* lapisan?
3. Bagaimanakah perubahan tekanan asetelin pada proses *thermal barrier coating* berpengaruh terhadap laju konduksi yang terjadi pada benda kerja ?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Peneliti membatasi masalah untuk penelitian *coating powder hydroxyapatite* menggunakan metode *thermal barrier coating* pada pengaruh perubahan tekanan asetelin pada hasil pelapisan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian *coating powder hydroxyapatite* menggunakan metode *thermal barrier coating* adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh tekanan asetelin pada hasil uji makro dan mikro pada proses *Thermal Barrier Coating*.
2. Untuk mengetahui tingkat kerekatan yang terbaik dari variabel tekanan asetelin yang digunakan pada proses pelapian.

## 1.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir adalah :

1. Metode Pengamatan (Observasi)

Metode ini adalah metode pengumpulan data langsung dari cara pembuatan spesimen pelapisan.

## 2. Metode Wawancara

Pengambilan data secara langsung melalui wawancara kepada pemilik workshop atau bengkel *thermal barrier coating*.

## 3. Metode Kepustakaan (Study Literatur)

Studi pustaka adalah suatu metode yang digunakan dalam penelitian ilmiah yang dilakukan dengan membaca dan mengolah data yang diperoleh dari literatur. Data yang dipelajari adalah data yang berhubungan dengan metode pelapisan *thermal barrier coating*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

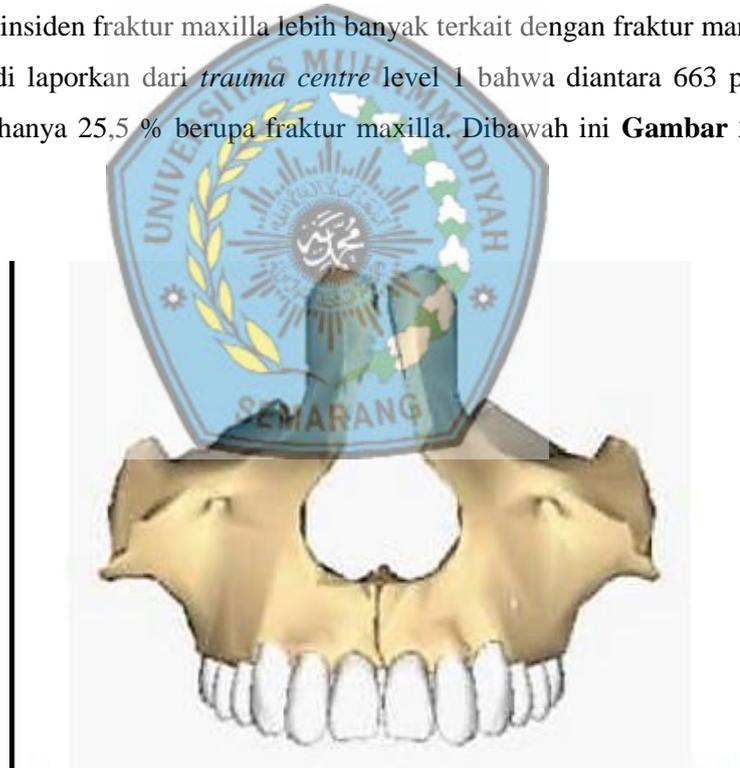
Sistematika penulisan pada Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana serta aplikasi dari ilmu yang diperoleh dari proses pembelajaran pada prodi Teknik Mesin adalah sebagai berikut, terdiri dari lima bab. BAB I PENDAHULUAN, mencakup tentang latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan. BAB II TINJAUAN PUSTAKA, pada bab ini mencakup tentang fraktur Os maxilla, *thermal barrier coating*, fiksasi internal, Ti-6Al-4V (titanium), *hydroxyapatite*, uji *scanning electron microscopy*, uji kerekatan atau *adhesive* dan uji konduktivitas *thermal*. BAB III METODE PENELITIAN, meliputi alur penelitian, bahan dan alat penelitian, dan pembuatan spesimen. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, membahas proses pengujian yang dilakukan serta pengambilan data yang dihasilkan dan tentang pengolahan data hasil pengujian serta menganalisa hasil pengujian tersebut. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, pada bab ini mencakup tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran agar penelitian kedepannya dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi penelitian saat ini.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tulang Os Maxilla

#### 2.1.1 Anatomi dan Fungsi Tulang Os Maxilla

Os maxilla adalah tulang rahang atas pada manusia dan diketahui memiliki fungsi dalam menyokong gigi-gigi yang berada dibagian atas mulut. Selanjutnya, rahang atas juga diketahui berfungsi dalam menjaga bentuk tulang hidung tetap ideal. Keberadaan dari tulang rahang atas ini diketahui juga merupakan penyokong dari keberadaan tulang langit-langit. Untuk fraktur maxilla sendiri kejadiannya lebih rendah di bandingkan dengan fraktur midface lainnya. Berdasarkan studi yang di lakukan oleh (Rowe dan Killey pada tahun 1995), rasio antara fraktur maxilla dan mandibulla melebihi 4:1 beberapa studi terakhir yang di lakukan pada unit trauma rumah sakit-rumah sakit di beberapa negara menunjukkan insiden fraktur maxilla lebih banyak terkait dengan fraktur mandibula. Data lainnya juga di laporkan dari *trauma centre* level 1 bahwa diantara 663 pasien fraktur tulang wajah hanya 25,5 % berupa fraktur maxilla. Dibawah ini **Gambar 2.1** tulang os maksilla.



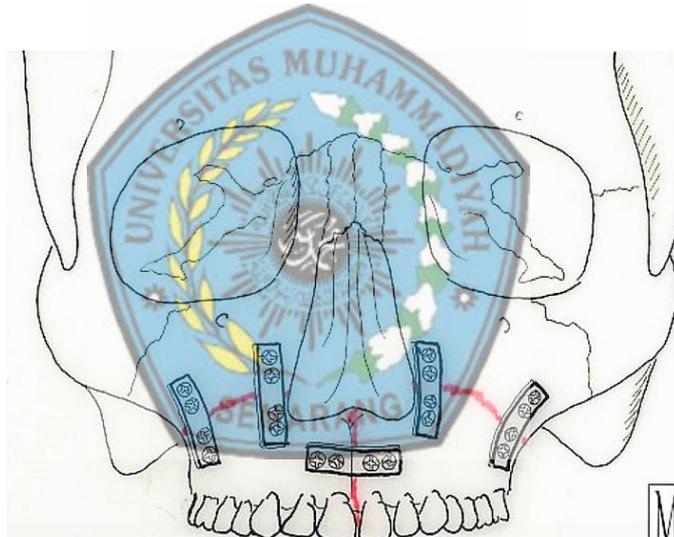
**Gambar 2.1** Tulang Os maxilla (www.DW.com)

Maxilla terbentuk dari dua bagian komponen piramidal iregular yang berkontribusi terhadap pembentukan bagian tengah wajah dan bagian orbit, nasal fossa, oral cavity, dan sebagian besar palatum, nasal cavity, serta apertura piriformis.

### 2.2 Fiksasi Internal

### 2.1.2 Definisi Fiksasi Internal

Patah tulang dapat terjadi pada berbagai tulang salah satunya tulang os maxilla. Penangan patah tulang dapat dilakukan dengan cara tradisional dan cara medis. Penanganan patah tulang secara medis dapat disebut dengan reduksi, yaitu mengembalikan posisi tulang ke posisi anatomis (Brunner, 2001). Reduksi tertutup adalah ekstremitas dipertahankan dengan gips, traksi, brace, dan fiksator eksterna, sedangkan reduksi terbuka dengan pendekatan bedah dengan memasang alat fiksasi internal seperti nis, pen, kawat, sekrup, plat, paku dan batang logam. Tulang femur yang retak untuk pemulihan diperlukan perangkat stabilisasi berupa fiksasi internal plate dan sekrup (Alisdair R, et al, 2012). Fungsi utama fiksasi internal untuk mempertahankan pengurangan fraktur selama penyembuhan tulang (Gaston M.S, Simpson A.H.R.W, 2007).



**Gambar 2.4** Contoh Fiksasi Internal Pada Tulang Os Maksila

(www.DW.com)

### 2.1.3 Tipe Fiksasi Internal

Tipe paling umum dari fiksasi internal adalah *wire*, *plat*, *rod*, *pin*, *nail*, dan sekrup digunakan di dalam tubuh untuk menyangga tulang secara langsung.

#### 1. *Wire*

*Wire* seringkali digunakan sebagai jahitan atau benang guna “menjahit” tulang kembali bergabung bersama.

#### 2. *Pin*

Pin menahan potongan tulang bersama-sama. Mereka biasanya dipakai pada potongan-potongan tulang yang terlalu kecil untuk difiksasi dengan sekrup.

### 3. Plat

Plat mirip seperti bidai internal yang memegang ujung-ujung fraktur tulang bersama-sama.

### 4. Nail atau Rod

Pada beberapa fraktur tulang panjang, cara terbaik untuk menyelaraskan ujung-ujung tulang adalah dengan memasukkan sebuah rod atau nail melalui rongga pusat tulang yang dalam keadaan normalnya berisikan sumsum.

### 5. Sekrup

Dari pada semua tipe implan, sekrup tulang dipakai untuk fiksasi lebih sering. Walaupun sekrup tulang merupakan sebuah peralatan sederhana, terdapat beberapa disain yang didasarkan atas bagaimana sekrup tersebut akan dipakai.

#### 2.1.4 Material Plat Fiksasi Internal

Material fiksasi internal secara medis sering disebut implan, pengertian secara umum suatu implan adalah merupakan wahana yang ditempatkan secara tepat dalam jaringan tubuh untuk tujuan tertentu (elias.UGM.ac.id). Material yang digunakan untuk fiksasi internal menggunakan material biokompatibel yang *rigid*, seperti stainless steel, kobalt kromium, titanium dan material komposit (Ali M.S, 1990; Saidpour S H, 2006).

#### 1. Stainless Steel

Bahan fiksasi internal yang sering digunakan adalah bahan stainless steel, dimana banyak dikenal penggunaannya pada sektor industri dan dunia medis karena karakteristiknya yang menguntungkan seperti berpenampilan menarik (*attractive*), tahan korosi (*corrosion resistance*), berkekuatan tinggi (*high strength*) dan rendah perawatan (*low maintenance*). Dalam dunia ilmu bedah tulang atau disebut ortopedi, dimana menggunakan stainless steel sebagai alat bantu penyambung tulang patah untuk menggantikan fungsi bagian tubuh tertentu. Bagi tubuh manusia alat bantu penyambung tulang merupakan benda asing yang harus menyesuaikan diri dengan lingkungannya berupa cairan darah yang mengandung klorida (Sulistiyawan, dkk, 2003).

#### 2. Titanium (Ti-6Al-4V)

Titanium adalah biomaterial yang paling banyak digunakan untuk fabrikasi implan karena sifat ketahanan korosi yang baik, panas, dingin dan mekanik yang sangat baik seperti sifat keseimbangan kekuatan tinggi yang wajar dan modulus

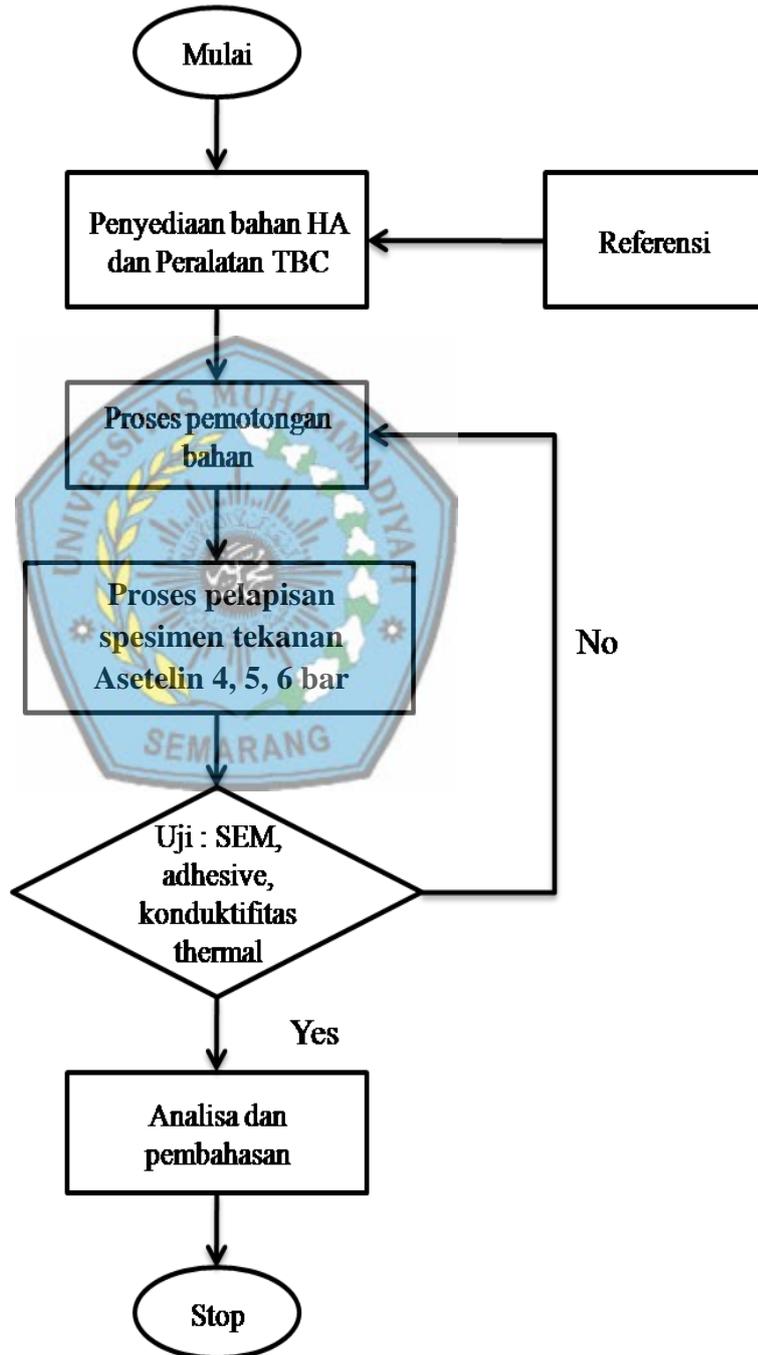
elastis rendah dibandingkan dengan logam biomaterial lainnya, produksinya sebagai implan telah digunakan di *Ortopedi* dan kedokteran gigi (Baszkiewicz, 2008). Titanium murni memiliki densitas rendah sekitar  $4,5 \text{ g/cm}^3$ , biokompatibilitas yang baik, tahan korosi dan sifat mekanis yang sesuai dengan tulang yaitu ringan, modulus elastis rendah, *high strength dan high resilient* (Masaro C et al, 2002). Titanium dan paduannya secara luas digunakan pada aplikasi biomedis yaitu untuk *hip cup shells, dental crowns and bridge, orthopedic, endosseous dental implant* dan plat untuk *oral maxillofacial surgery* (Lee CM et al, 2002)



**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Alur Penelitian**

Untuk memudahkan pengembalian data penelitian, maka peneliti mengikuti diagram alir. Berikut dibawah ini adalah **Gambar 3.1** diagram alir penelitian :



**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

## 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

### 3.2.1 Alat

#### 1. Flame spray

Dibawah ini **Gambar 3.2** *Flame spray* untuk metode thermal barrier coating.



**Gambar 3.2** Flame spray (id.wikipedia.org)

#### 2. Pematik api

Dibawah ini **Gambar 3.3** Pematik api menggunakan cairan naptha atau butana



**Gambar 3.3** Pematik api (Sejati 2017)

#### 3. *Thermo Gun*

Dibawah ini **Gambar 3.4** Thermo gun mendeteksi temperatur dengan infra merah.



### Gambar 3.4 Gergaji Besi (Sejati 2017)

#### 3.2.2 Bahan

##### 1. *Hydroxiapatit* ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , HA)

Di bawah ini **Gambar 3.5** Hydroxiapatit merupakan biomaterial anorganik



**Gambar 3.5** Hydroxiapatit (Dokumentasi 2017)

##### 2. Oksigen

Oksigen disini digunakan untuk bahan utama alat *flame spray* proses *thermal barrier coating*. Dibawah ini **Gambar 3.6** tabung oksigen.



**Gambar 3.6** Tabung Okaigen (Dokumentasi 2017)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1.1 Karakteristik Material

Penelitian mengenai pengaruh suhu terhadap pelapisan material keramik HA pada logam titanium menggunakan metode Thermal Barrier Coating untuk modifikasi fiksasi tulang os maksila, dimaksudkan untuk mencari temperatur yang tepat pada variable yang di tentukan. Pelapisan material *Hidroksiapatite* di titanium menggunakan untuk mengurangi rasa ngilu pada pasien penderita fraktur saat terjadi perbedaan temperatur antara tulang dan lingkungan sekitar (Fahmi M 2015).

##### 1.1.1 Hidroksiapatit

*Hidroksiapatit* ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , HA) adalah suatu keramik yang memiliki sifat biokompatibilitas yang bagus,. Hidroksiapatit adalah keramik bioaktif yang sudah luas penggunaannya dalam aplikasi medis antara lain untuk reparasi tulang yang mengalami kerusakan. Pelapisan logam protesa (implan) untuk meningkatkan sifat biologi dan mekanik dan juga sebagai media penghantar obat (drug delivery) secara termodinamik hidroksiapatit sangat stabil pada PH, temperatur dan komposisi *fisiologi fluida*. (peroos S.Zhimei.D dan dee leeuw 2006)

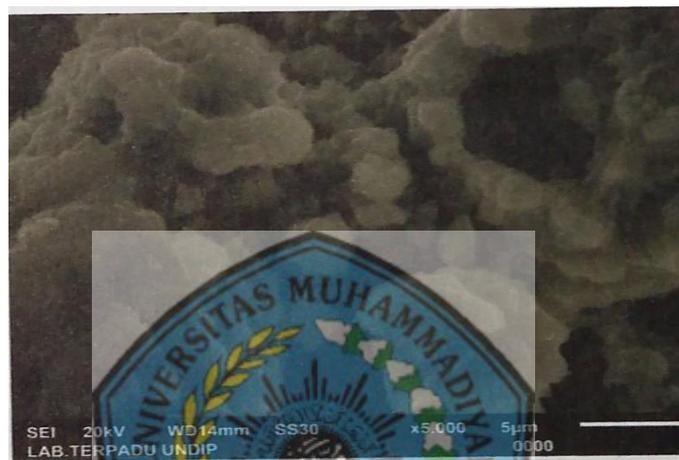
##### 1.1.2 Titanium

Material logam titanium bersifat non-feromagnetik, saat ini titanium digunakan untuk implant sebagai penyambung atau penguat tulang agar gembali pada bentuk semula. Produksi *fiksasi internal* di dunia medis telah di gunakan pada bidang *orthopedic* dan *dentis*. Titanium yang di gunakan untuk fiksasi internal adalah logam titanium perpaduan. Titanium jenis ini adalah titanium Ti-6Al-4V. Penggunaan titanium jenis inilah yang digunakan karena logam perpaduan ini yang tidak mempunyai efek samping yang banyak terhadap tubuh manusia. (Fahmi M 2015).

#### 1.2 Hasil pengujian

##### 1.2.1 Pembahasan uji scanning elektron microscope (SEM)

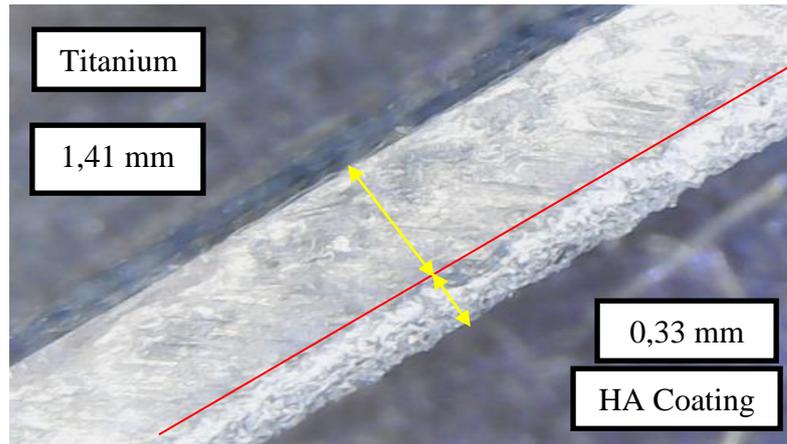
Pada masing-masing spesimen berbentuk gumpalan-gumpalan atau aglomeret. Terjadinya gumpalan atau aglomeret butiran HA karena *coupling agent vinyl silane* menyelimuti butiran HA (power chemical cooperation limited, 2009). Hal itu di tunjukkan pada gambar masing-masing ke tiga spesimen diatas di pengujian SEM. Berikutnya dibawah ini merupakan **Gambar 4.1** hasil uji SEM dengan variabel tekanan Asetelin 4 Bar yang dengan hasil permukaan lebih baik dibandingkan dengan variabel yang lainnya.



**Gambar 4.1** spesimen tekanan Asetelin 4 Bar dengan pembesaran 5000 kali  
(Laboratorium terpadu UNDIP 2017)

### 1.2.2 Pembahasan Hasil Uji Mikroskop Makro

Lapisan pada spesimen ketiga yaitu tekanan Asetelin 6 bar dengan pembesaran 50 kali terjadi difusi atau masuknya hydroksiapatit pada sisi samping spesimen yang lebih halus dan merata Tetapi pada spesimen tekanan Asetelin 6 bar ada satu sisi spesimen yang ada goresan. Dibawah ini **Gambar 4.2** hasil uji mikroskop makro tekanan Asetelin 6 bar yang paling bagus.



**Gambar 4.2** Hasil uji mikroskop makro tekanan Asetelin 6 Bar  
(Laboratorium STIMART AMNI 2017)

### 1.2.3 Pembahasan Hasil uji kerekatan/*adhesive*

Tingkat kerekatan pelapisan dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah variabel temperatur dan tekanan yang semakin tinggi mempengaruhi kerekatan spesimen (sudarmono 2013). Dibawah ini **Gambar 4.3** variabel tekanan Asetelin 6 Bar dengan hasil yang paling halus dari ketiga spesimen yang lainnya.



**Gambar 4.3** Hasil uji kerekatan variabel tekanan Asetelin 6 bar  
(Laboratorium STIMART AMNI 2017)

Dari ketiga spesimen tekanan assetelin diatas dapat di bandingkan bahwa spesimen dengan variabel tekanan Asetelin 6 bar memiliki daya rekat atau *adhesive* yang paling tinggi dengan kelas 5B sesuai dengan tabel ASTM D 3359. Dibandingkan dengan variabel tekanan Asetelin 4 bar dan 5 bar.

Dengan terdifusinya serbuk secara baik seperti pada spesimen tekanan Asetelin 6 bar. Material *hydroxiapatit* dapat masuk kedalam substrat secara merata dan hasilnya mempunyai *adhesive* yang baik dibandingkan dengan spesimen yang lain. Pelapisan menghasilkan pencapaian *adhesive* yang baik apabila pelapis masuk ke substrat (Chen et al, 2005).

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji kerekatan dengan menggunakan standar ASTM D 3395-09 Diketahui bahwa spesimen dengan tekanan yang lebih tinggi, tekanan Asetelin 6 bar mempunyai daya rekat atau *adhesive* yang paling tinggi dengan kelas 5B. Dengan terdifusinya serbuk secara baik seperti pada spesimen tekanan Asetelin 6 bar
2. Pada pengujian mikroskop makro dengan variabel tekanan Asetelin 6 bar dengan pembesaran 50 kali terjadi difusi atau masuknya *hydroxiapatit* pada sisi samping spesimen yang lebih halus dan merata di bandingkan dengan spesimen yang lain tetapi dari sisi samping ada yang tergores.

#### 1.2 Saran-saran

Yang diharapkan penulis dari penelitian dan pembuatan spesimen ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Spesimen dengan variabel tekanan Asetelin 6 bar memiliki nilai kerekatan yang paling tinggi dan masuk kelas 5B yang sesuai dengan tabel standar ASTM D 3395-09 dengan ketebalan lapisan 0,33 mm. Sehingga Penulis berharap penelitian ini dapat dilanjutkan dengan tekanan assetelin yang lebih besar sehingga dapat menghasilkan kerekatan spesimen yang lebih lebih sempurna.
2. Penelitian untuk jenis pelapisan HA pada titanium bisa dilanjutkan dengan penelitian lan tentang efek samping terhadap tubuh pemakai fiksasi intrnal yang dilapisi keramik jenis hydroxiapatit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan penelitian dan pengembangan Depkes RI (2005)
- Word Health Organization. (WHO) (2011-2012) – (2005)
- Halo dokter,efek pen di tulang os maksilla.<http://www.alodokter.com> (2 juni 2017)-(Bora dan cuneyt, 2000)
- Charlena,Sulistioso Giat Sukaryo,Moch Irgham Zuhfri (2016), *Hydroxiapatit Coating on Allaoy's CoCrMo-Tin with Sol-Gel Method*, Indonesia jornal of Fundamental and Applied Chemistry.
- Pusat teknologi informasi dan komunikasi, Departemen Pendidikan Nasional,(2008)
- Vishu Sankar (2014). *Thermar barrier coating Material selection, Method Of prepare And A-Review*. Internasional Journal Mech Eng: Vol 3,No 2,510-517.
- Xiaowei Yin, I. Gotman, L. Klinger, and E. Y. Gutmanas, "Formation of Titanium Carbide on Graphite Via powder Immersion Reaction Assisted Coating," 2005, pp. 107-114, Jan. 2005

Titanium untuk fiksasi internal memiliki kekuatan mekanis yang handal, tetapi memiliki kekurangan pada migrasi implan, ketidaknyamanan, dan nyeri pada pasien, (Bostman O, et al, 1996, Juutilainen T, et al, 1997).

Hengky Bowo Ardhyanto (2006), peran *Hydroksiapatit* Sebagai Bone Graft dalam proses penyembuhan tulang. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Toto Sudiro, Anggito P, Tetuka, Kunandar, Hubby izzudin dan K.A.Z (2007). *Pelapisan thermal barrier coating (TBC) NiAl pada paduan logam berbasis Co*, journal Fisika Vol 3 no 3.

Fraioli Rebecca E, MD, et al. Facial Fractures: Beyond Le Fort. *Otolaryngol Clin N Am*. 2008; 41:51-76

Tiwana Paul S, et al. Maxillary Sinus Augmentation. *Dent Clin N Am*. 2006; 50:409-424.

Alcala-Galiano Andrea, MD, et al. Pediatric Facial Fractures: Children Are Not Just Small Adults, *Radiographics*. 2008; 28-441-461.

Hopper Richard A, MD, et al. Diagnosis of Midface Fractures with CT: What the surgeon need To Know. *Radiographics*. 2006; 26-783-793.

Rhea James T, Novelline Robert A. How to simplify the CT diagnosis of Le Fort Fractures. *AJR*. 2005; 184:1700-1705.

Arosarena Oneida A, MD. et al. Maxillofacial Injuries and Violence Against Women. *Arch Facial Plast Surgery*. 2009; 11(1):48-25.

Werning Jonh W, MD, et al. The impact of Osteoporosis on patients With Maxiafacial Trauma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004; 130:353-356.