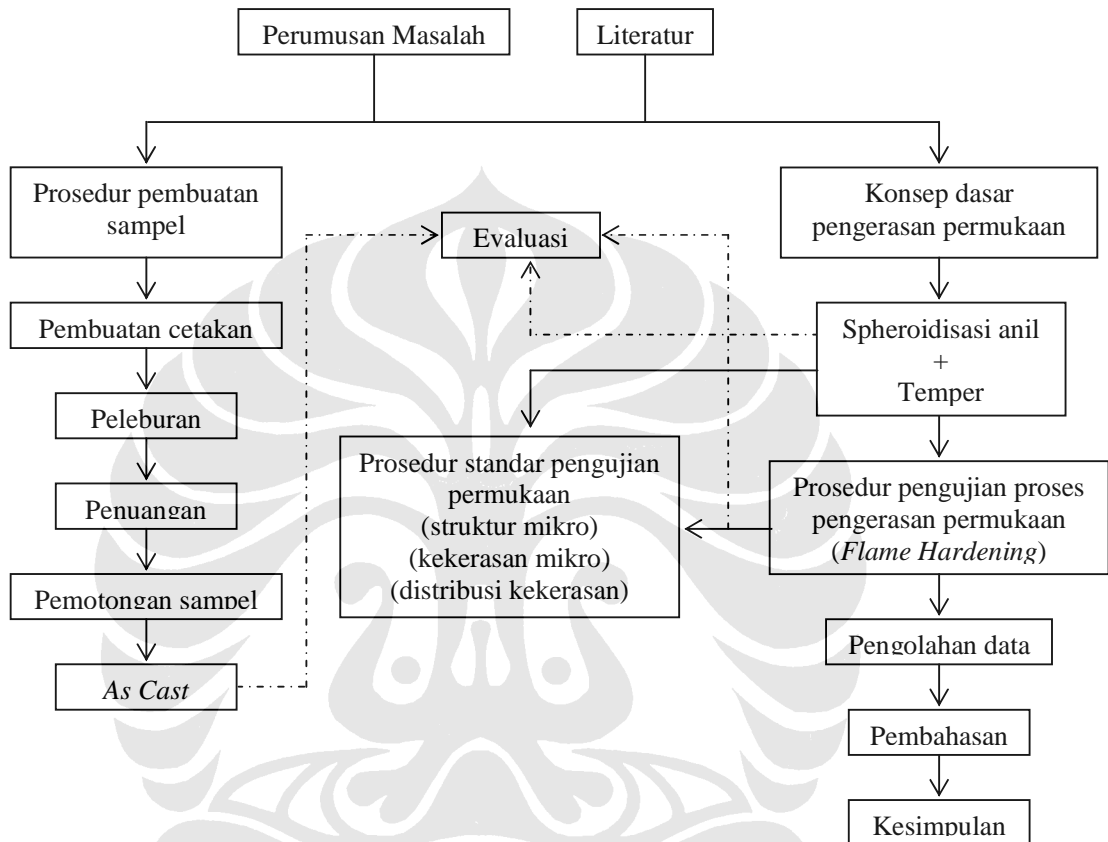


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### III.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

### III.2 Perumusan Masalah

Tujuan utama dalam rekayasa permukaan, dalam hal ini adalah pengerasan permukaan dengan metode *flame hardening*, adalah untuk mengatur transformasi austenite, terutama untuk mengatur jumlah struktur martensite maksimum, untuk memperoleh kekerasan permukaan yang dikehendaki.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi proses pengerasan permukaan dan karakteristik produk yang dihasilkan. Faktor yang sangat dominan dalam proses pengerasan permukaan adalah kemampuan transfer panas dari benda kerja. Dalam prakteknya, proses pengerasan permukaan banyak melibatkan pergerakan

benda kerja baik dalam proses pemanasan maupun proses pendinginan. Ini dilakukan untuk memberikan distribusi panas yang merata di setiap bagian permukaan benda kerja yang akan dikeraskan.

Distribusi panas sangat bergantung pada waktu pemanasan dan pendinginan yang tepat. Dalam batas waktu yang sangat menentukan ini terdapat dua hal yang saling berlawanan, yaitu adanya penerimaan panas dan kehilangan panas pada masing-masing bagian permukaan benda kerja yang berlainan. Dengan demikian, laju gerak translasi relatif benda kerja terhadap pemanas dan pendingin akan sangat menentukan dalam meminimalkan kehilangan panas yang cukup besar.

Hal lain yang tidak kalah penting adalah efisiensi waktu. Dalam berbagai hal, waktu produksi akan sangat berarti terhadap biaya produksi dan peningkatan produksi. Masalah ini dapat diatasi dengan menerapkan pengontrolan proses produksi yang tepat.

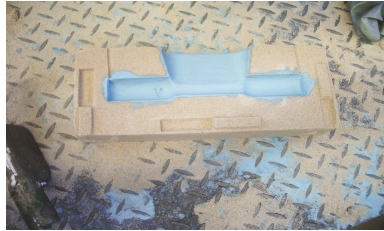
### **III.3 Prosedur Persiapan Sampel**

Dalam pengujian pengerasan permukaan dengan menggunakan metode flame hardening, digunakan sampel baja tuang perkakas mengacu pada JIS SKD 11. Baja ini dipilih untuk diteliti kemampuan distribusi kekerasan permukaannya. Baja ini dibuat di salah satu industri pengecoran logam di bilangan Cibinong.

#### **III.3.1 Proses Pembuatan Sampel**

Sampel dibuat melalui proses pengecoran dengan mengambil bentuk dari sampel uji tarik. Dari sampel uji tarik yang dibuat melalui proses pengecoran tersebut dipotong sebagian ujungnya sepanjang 2-3 cm yang kemudian digunakan sebagai sampel untuk pengujian flame hardening. Tahapan proses pembuatan sampel itu sendiri dari mulai proses pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Tahap pembuatan cetakan



Gambar 3.2. Cetakan ini dibuat dengan campuran antara pasir silika dengan air kaca melalui CO<sub>2</sub> proses

2. Tahap peleburan



Gambar 3.3. Proses peleburan dengan dapur induksi pada temperatur 1650°C

3. Tahap penuangan



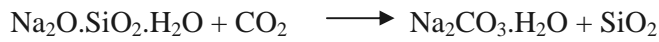
Gambar 3.4. Proses penuangan baja cair kedalam cetakan pada temperatur 1600°C

Berikut ini merupakan komposisi yang digunakan dalam proses pengecoran:

1. Proses cetakan pasir : CO<sub>2</sub> proses  
Komposisi pasir : - Pasir silika  
- Air kaca (natrium silikat) 5%

- Air (0.5 wt% dari air kaca)

Reaksi kimia :



## 2. Proses peleburan

Peleburan kontinyu : E  $\longrightarrow$  D  $\longrightarrow$  A  $\longrightarrow$  B  $\longrightarrow$  C

*charging* paduan No.1 (E) :

- Return SS 410	= 14 Kg
- Return SC 45	= 94 Kg
- Cu (tembaga)	= 0.5 Kg
- Additif FeSi (65)	= 2 Kg
- Additif FeMn (65)	= 0.9 Kg
- Additif FeMo (60)	= 0.5 Kg
- Carburizer	= 0.5Kg
<b>Total logam cair</b>	<b>= 112.4 Kg</b>

*Charging* paduan No.2 (D) :

- Sisa logam cair No.1	= 92.4 Kg
- Additif FeMo (60)	= 0.1 Kg
- Tembaga (Cu)	= 0.5 Kg
- FeV (65)	= 0.2 Kg
<b>Total logam cair</b>	<b>= 93.2 Kg</b>

*Charging* paduan No.3 (A) :

- Sisa logam cair No. 2 :	= 73.2 Kg
- Additif FeSi (65)	= 0.3 Kg
- Additif FeMn (65)	= 0.4 Kg
- Scrap Monel (Ni 70%,Cu 23%)	= 0.4 Kg
<b>Total logam cair</b>	<b>= 74.3 Kg</b>

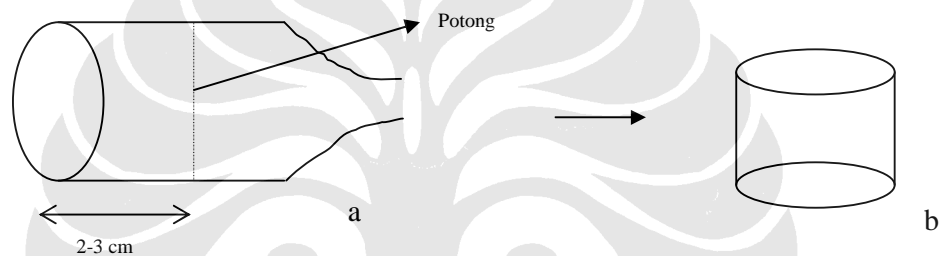
*Charging* paduan No.4 (B)

- Sisa logam cair No. 3	= 54.3 Kg
- Additif FeSi (65)	= 0.6 Kg
Total logam cair	= 54.9 Kg

*Charging* paduan No. 5 (A)

- Sisa logam cair No. 4	= 34.9 Kg
- Additif FeSi (65)	= 0.3 Kg
Total logam cair	= 35.2 Kg

4. Tahap pemotongan sampel

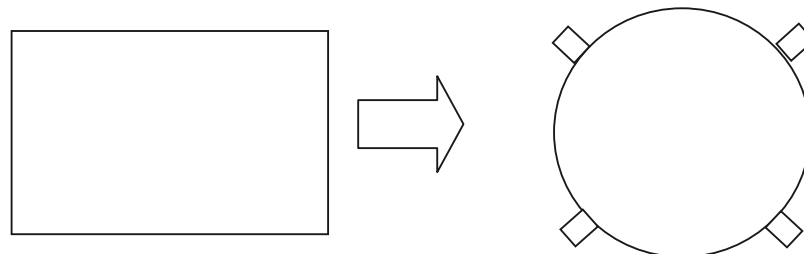


Gambar 3.5. a. Pemotongan sampel, b. Bentuk sampel yang digunakan

5. Tahap preparasi sampel metalography

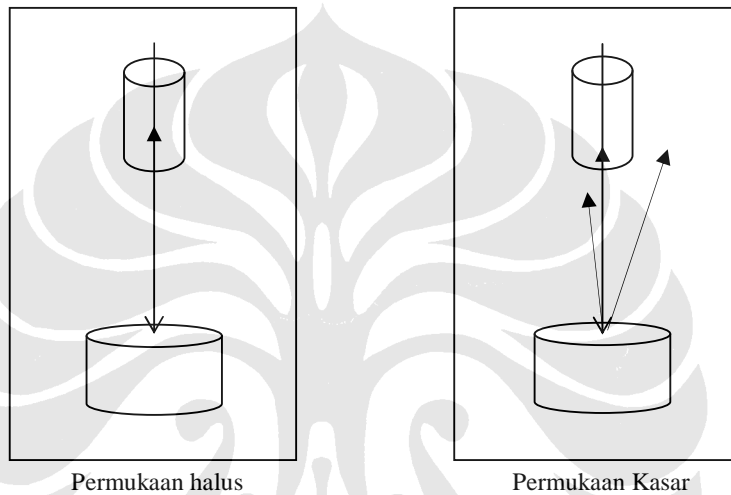
Prosedur dasar persiapan sampel metalografi :

- Penentuan ukuran sampel; Tergantung pada sifat material dan informasi yang akan di dapat.
- Amplas kasar; umumnya untuk menghaluskan permukaan yang tergores cukup dalam pada proses pemotongan.
- Amplas halus, dilakukan dengan amplas, dengan partikel SiC. Terdapat berbagai ukuran kertas amplas halus, yaitu antara 400-1500 mesh. Setiap berganti ukuran amplas, sampel diputar 90°, untuk menghilangkan goresan pada tahap sebelumnya.



Gambar 3.6. pemotongan kertas amplas

- d) Poles kasar, dilakukan dengan menggunakan partikel alumina atau intan, dengan besar partikel sekitar  $5\ \mu\text{m}$ , untuk menghilangkan goresan yang masih tersisa dari proses amplas.
- e) Poles halus; untuk menghilangkan goresan yang amat halus, dengan menggunakan partikel poles alumina atau intan kurang dari  $1\ \mu\text{m}$  (biasanya  $0,5\ \mu\text{m}$ ). Dari poles ini dihasilkan permukaan yang bebas goresan, siap untuk dietsa.



Gambar 3.7 Pantulan cahaya pada permukaan hasil poles

- f) Etsa, Dilakukan pada sampel yang telah dikeringkan setelah poles halus, dengan menggunakan zat kimia bersifat asam atau basa. Setelah proses etsa, sampel siap diamati dengan mikroskop optik. Zat etsa yang digunakan adalah Nital. Nitrid acid/nital : asam nitrit + alkohol 95% (khusus untuk baja karbon) yang bertujuan untuk mendapatkan perlit, ferit dan ferit dari martensit. Pembuatan Foto, dilakukan untuk mengamati struktur mikro pada baja perkakas untuk dianalisa. Pengambilan foto menggunakan kamera foto Olympus BHM12 yang dilengkapi alat foto otomatis.
- g) *Scanning Electron Microscope* (SEM), untuk mengetahui jenis endapan yang terdapat di dalam material baja perkakas.

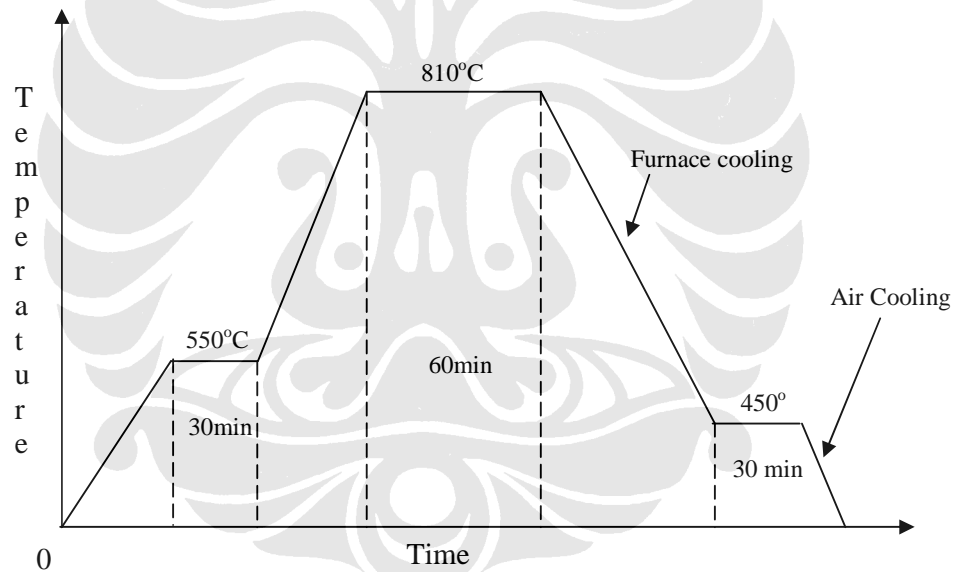
### III.3.2 Jenis dan Komposisi Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja tuang perkakas jenis SKD 11 dengan kandungan Silikon yang bervariasi. Dalam penelitian ini akan dilihat pengaruh kekerasan permukaan dari proses *flame hardening* dilihat dari pengaruh kandungan Si pada semua jenis sampel.

Material yang digunakan sebagai sampel adalah material dengan kandungan kadar Silikon masing-masing 0.8, 2, dan 3 %Si. Tujuan dari pemberlakuan variabel terkontrol dari Si ini adalah untuk melihat efek serta distribusi kekerasan yang dihasilkan setelah proses *flame hardening*.

### III.3.3 Perlakuan Panas (*Spheroidizing Annealing dan Tempering*)

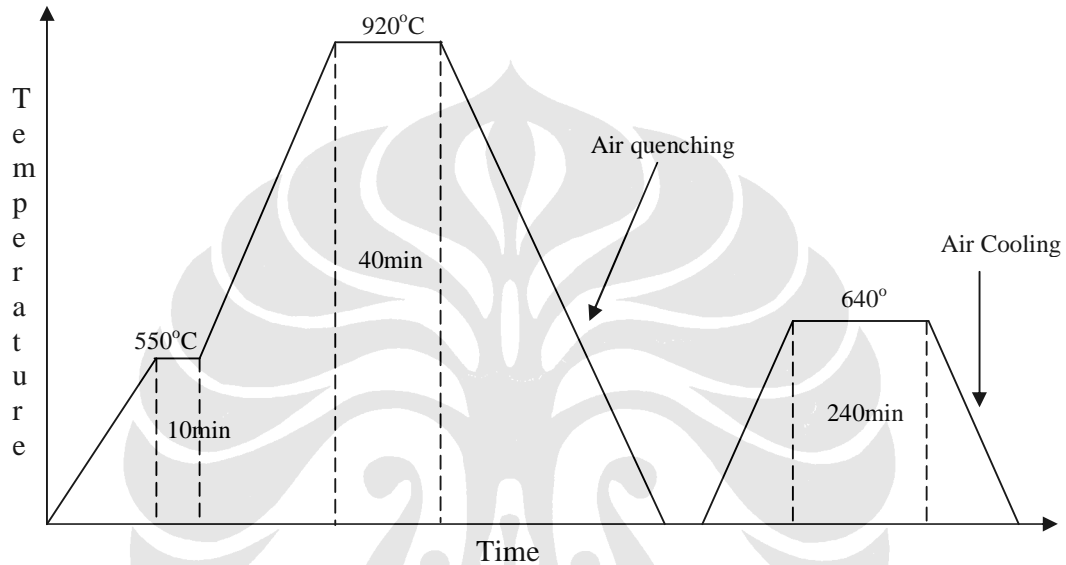
Proses soheroidisasi secara skematis ditunjukkan pada grafik gambar 3.8.



Gambar 3.8 grafik proses spheroidisasi anil

Pertama-tama sampel dilakukan pemanasan awal terlebih dahulu, atau di-preheating pada temperatur 550°C sebelum dinaikkan temperaturnya mencapai 810°C. Pada temperatur 550°C dilakukan waktu tahan selama 30 menit dan pada temperatur austenisasi atau 810°C dilakukan waktu tahan selama 60 menit. Kemudian sampel didinginkan didalam furnace atau oven hingga temperatur mencapai 450°C. Setelah itu sampel didinginkan di udara terbuka. Kemudian untuk menghilangkan tegangan sisa dan meningkatkan keuletan serta ketangguhan

dari baja dilakukan proses tempering. Prosedur proses tempering dapat dilihat pada gambar 3.9. Pada proses temper ini, sampel terlebih dahulu di austenisasi pada temperatur 920°C selama 40 menit, kemudian didinginkan di udara terbuka. Sampel kembali dipanaskan di dalam oven pada temperatur 640°C, kemudian dilakukan waktu tahan selama 240 menit (empat jam). Setelah itu sampel didinginkan di udara.



Gambar 3.9 grafik proses temper

#### III.4 Prosedur Proses Pengujian Pengerasan Permukaan

Karakteristik sampel *flame hardening*

Data Temperatur Pemanasan dan Pendinginan

Kondisi Pengujian

Benda kerja (sampel uji)	: Baja tuang perkakas SKD 11
Metode pengerasan	: <i>Flame hardening</i>
Ketebalan	: 2,5 – 3 cm
Tekanan asetilen	: 10 psi
Tekanan oksigen	: 5 Kg/cm <sup>2</sup>
Posisi pengukuran temperatur	: Tegak lurus dengan benda kerja
Metode quenching	: Pencelupan ( <i>immersion</i> ) tanpa agitasi
Media quench	: Air



Prosedur proses pengerasan dilakukan untuk meneliti efek transfer panas terhadap pembentukan struktur mikro. Proses ini ditujukan mengetahui distribusi kekerasan yang dihasilkan dari proses *flame hardening* melalui permukaan benda kerja. Pengujian dilakukan dengan memberikan transfer panas dari pembakaran campuran gas antara oksigen dengan asetilen (oksi-asetilen). Jarak antara pemanas dan permukaan sampel diset dan dijaga agar luas permukaan yang terpanasi (*covered area*) optimal.

Untuk mengontrol temperatur sampel digunakan alat *thermocouple* yang ditempatkan menempel dengan sampel dengan sudut tegak  $90^\circ$ . Hal ini dimaksudkan agar transfer panas yang mengalir ke dalam sampel terbaca secara sempurna oleh *thermocouple* tersebut.

Nyala api primer terbaik diperoleh dengan mengatur tekanan gas antara oksigen dan asetilena. Pada proses ini perbandingan jumlah gas oksigen dibuat lebih banyak daripada gas asetilena yaitu 2:1. Temperatur bacaan pada *thermocouple* dipertahankan antara  $700-800^\circ\text{C}$ , dengan demikian temperatur permukaan sampel diharapkan telah mencapai temperatur austenite. Setelah permukaan sampel mencapai temperatur yang diinginkan selanjutnya dilakukan waktu tahan selama 1 menit dengan tujuan agar distribusi transfer panas merata di seluruh permukaan sampel. Setelah itu baru dilakukan proses pendinginan cepat.

Proses pendinginan cepat dilakukan dengan metode pencelupan (*immersion quenching*) dalam media air tanpa agitasi (pengadukan). Laju pendinginan yang diberikan sangat cepat dengan harapan diperoleh struktur martensit dengan kekerasan yang sangat tinggi.



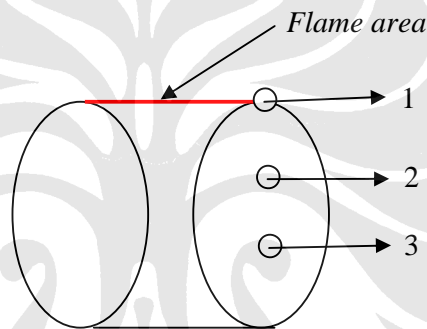
Gambar 3.10 pengujian flame hardening

### III.5 Prosedur Standar Pengujian Permukaan

Pengujian sifat-sifat fisik dan mekanik sampel dilakukan meliputi pengujian struktur mikro, kekerasan mikro, dan distribusi kekerasan.

#### III.5.1 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan pada tiga daerah permukaan yang berbeda dari masing-masing sampel, yaitu bagian permukaan yang mengalami langsung proses *flame hardening* (no.1), kemudian bagian yang agak sedikit kedalam dari permukaan (no.2), dan terakhir bagian dasar dari sampel (no.3) atau daerah yang tidak terkena pengaruh *flame hardening*. Daerah-daerah yang mengalami pengujian kekerasan ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Daerah pengujian kekerasan pada setiap sampel *flame hardening*

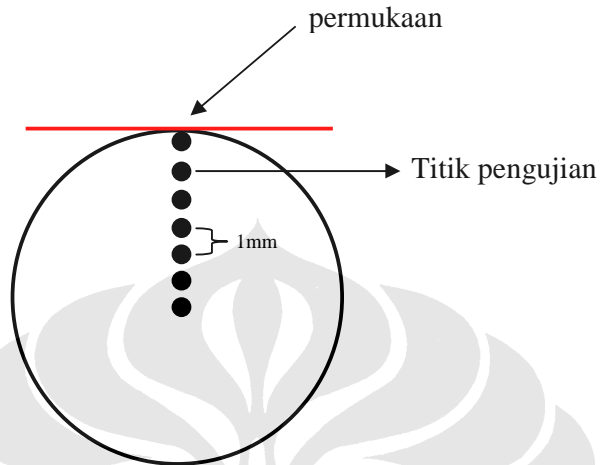
Tujuan pengamatan struktur mikro adalah untuk mengetahui struktur-struktur mikro yang terbentuk pada permukaan sampel dari hasil proses pengerasan.

Pengamatan struktur mikro diawali dengan prosedur persiapan sampel yang meliputi; pemotongan, pengampelasan, pemolesan, pengetsaan, dan pengamatan melalui mikroskop optik, serta pemotretan dengan menggunakan kamera yang terintegrasi dengan mikroskop.

#### III.5.2 Pengujian Kekerasan Permukaan

Pengujian kekerasan mikro dan distribusi kekerasan menggunakan metode vickers dengan standar ASTM E92 (lihat lampiran). Tujuan pengujian kekerasan mikro adalah untuk menguji struktur mikro dan kekerasan permukaan yang dapat

dicapai. Hasil yang diperoleh dari pengujian kekerasan vickers berupa VHN ini nantinya akan dikonversikan ke dalam HRC (*Hardness Rockwell*). Posisi daerah pengujian kekerasan mikro ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.12 Daerah pengujian kekerasan mikro (*vickers*)

### III.5.3 SEM dan EDS

*Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya jenis endapan yang ada pada setiap bagian permukaan dari masing-masing daerah pengambilan data (3 sampel). Hal ini ditujukan untuk membandingkan endapan yang terbentuk di masing-masing titik. Sedangkan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan komposisi dari material setelah *flame hardening*.