

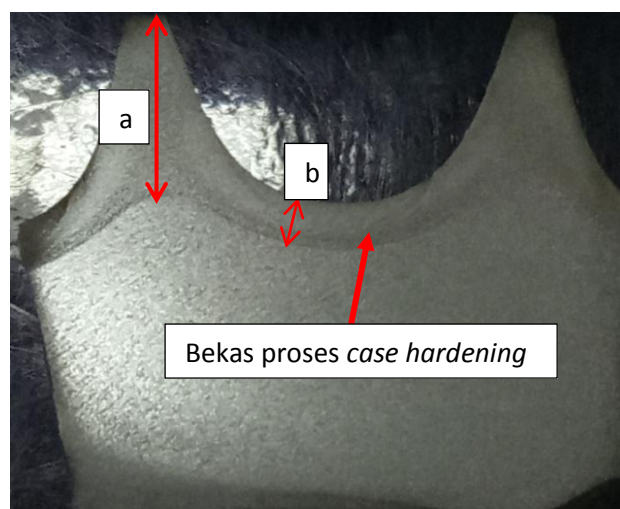
## BAB IV

### DATA DAN ANALISA

#### 4.1 Pengamatan Metalografi

##### 4.1.1 Pengamatan Struktur Makro

Pengujian ini untuk melihat secara keseluruhan objek yang akan dimetalografi, agar diketahui kondisi benda uji sebelum dilakukan pengujian struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik.



**Gambar 4.1** Struktur makro *sprocket* original dengan kedalaman *case hardening* a: 6,5 mm, b: 2 mm



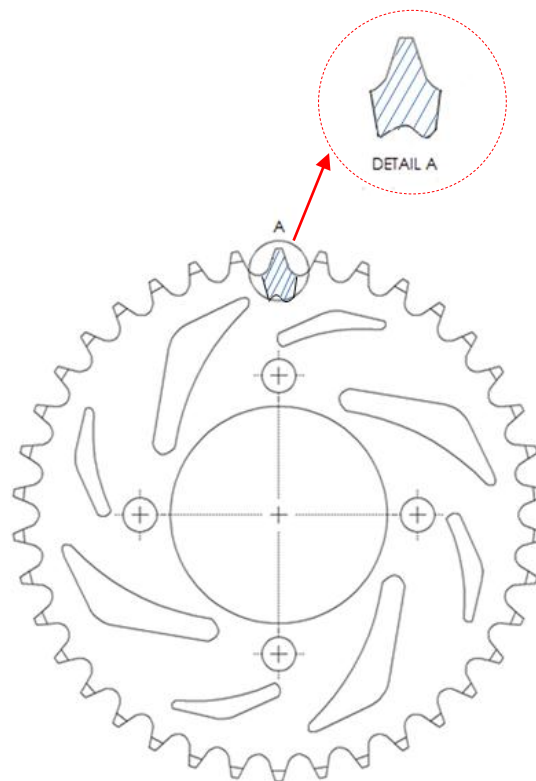
**Gambar 4.2** Struktur makro *sprocket* lokal

### 4.1.2 Analisa Hasil Pengamatan Struktur Makro

Dari hasil pengamatan struktur makro *sprocket* original (gambar 4.1) terlihat adanya bekas proses *case hardening*, dengan kedalaman a: 6,5mm, b: 2mm. Diperkirakan bahwa proses produksi yang dilakukan pada *sprocket* original melalui proses *case hardening*, hal tersebut berdasarkan hasil uji metalografi dan perbandingan dengan *literature*. Sedangkan pada *sprocket* lokal (gambar 4.2), tidak terlihat adanya bekas proses *case hardening*.

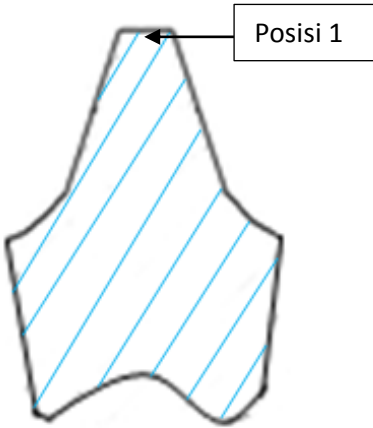
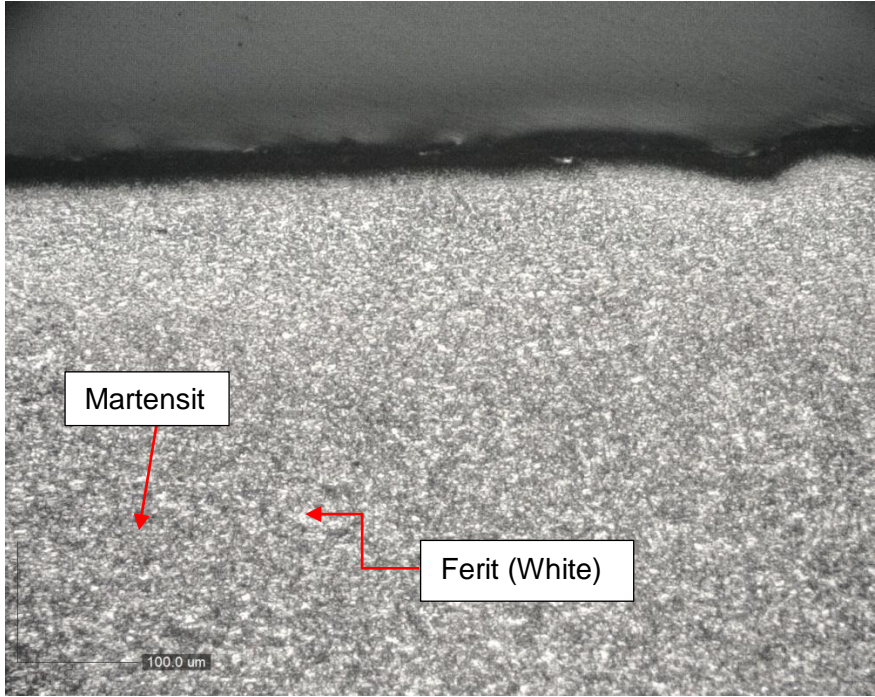
### 4.2 Pengamatan Struktur Mikro

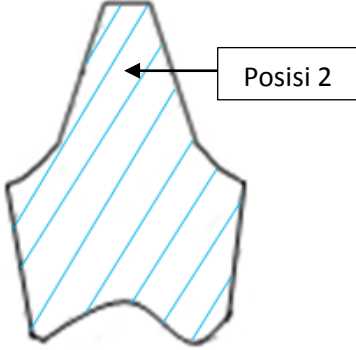
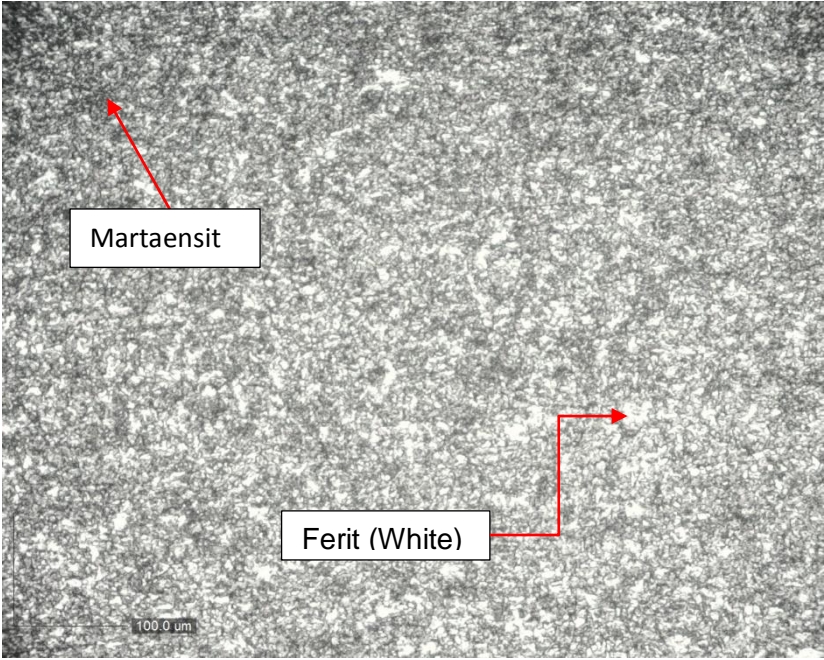
#### A. Skematis *sprocket* dengan arah potongan melintang

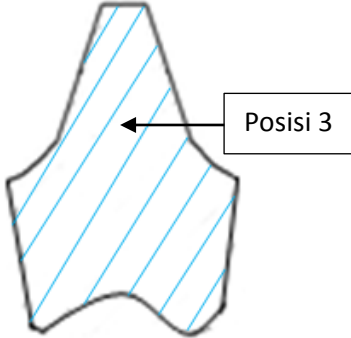
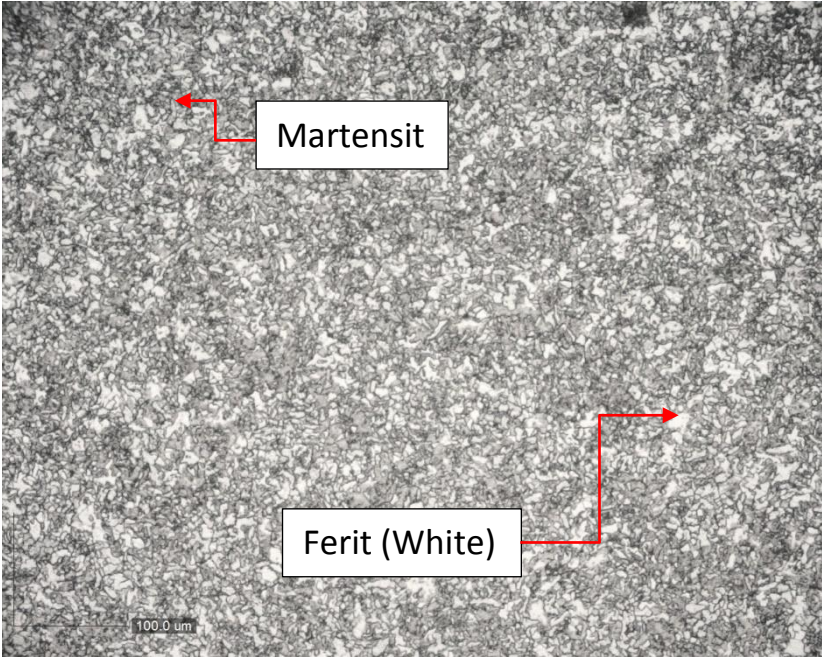


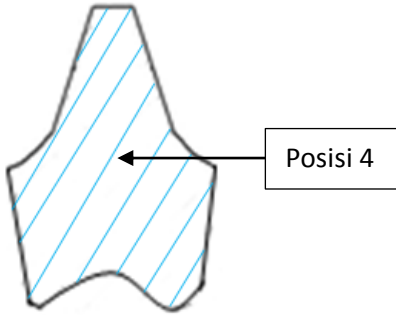
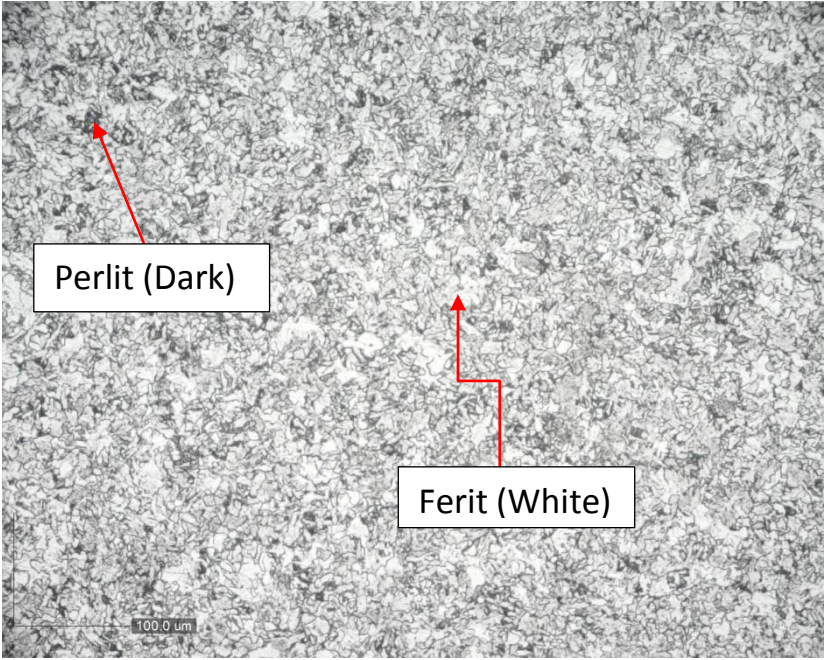
**Gambar 4.3** Skematis *sprocket* dengan arah potongan melintang

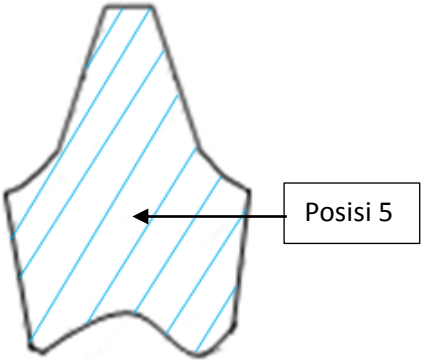
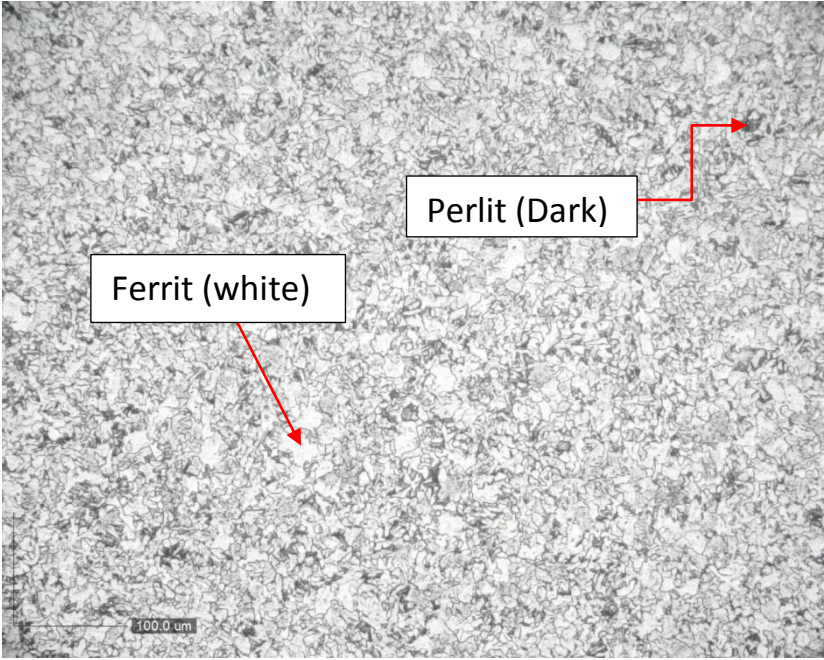
4.2.1 Daerah sprocket Original potongan melintang

<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.4</b> Daerah Struktur Mikro posisi 1 pada sprocket original kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

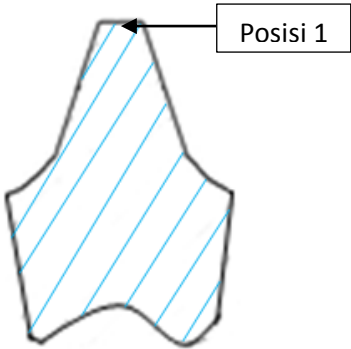
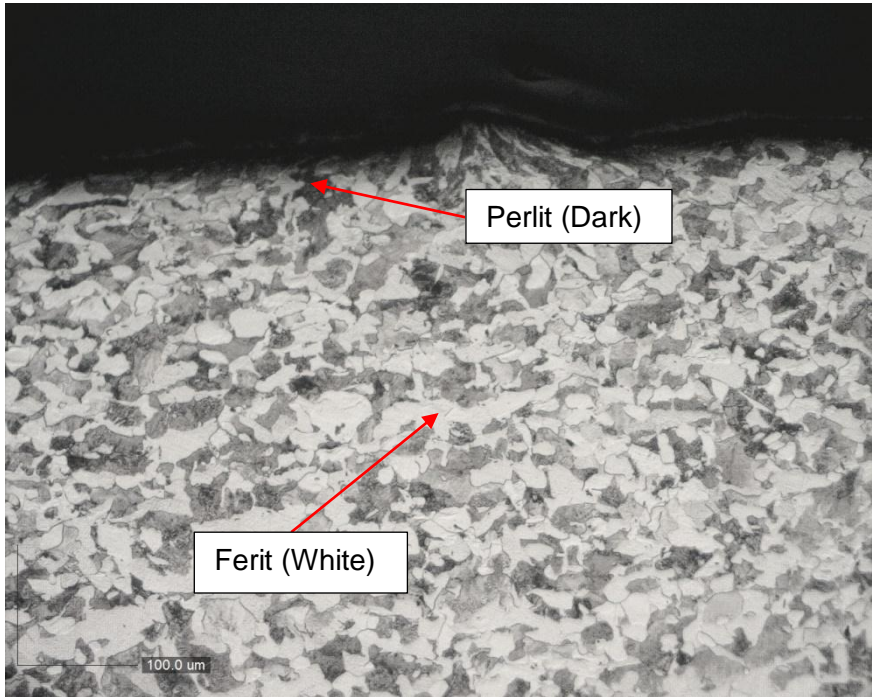
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.5</b> Daerah Struktur Mikro posisi 2 pada <i>sprocket</i> original kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.6</b> Daerah Struktur Mikro posisi 3 pada <i>sprocket</i> original kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

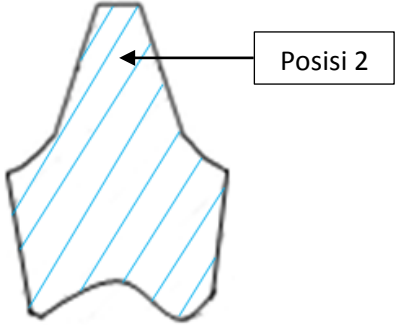
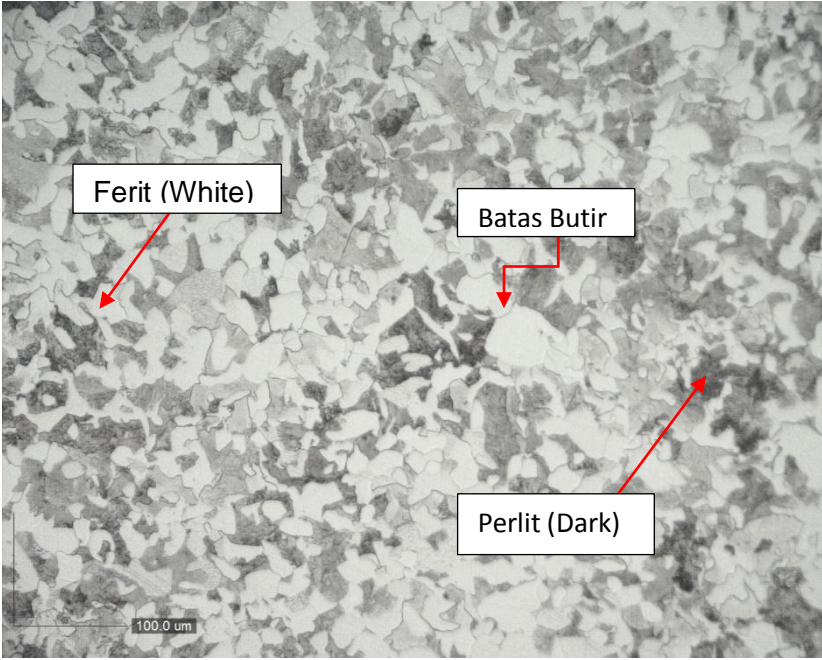
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.7</b> Daerah Struktur Mikro posisi 4 pada <i>sprocket</i> original kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

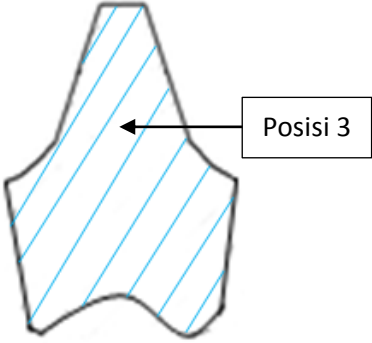
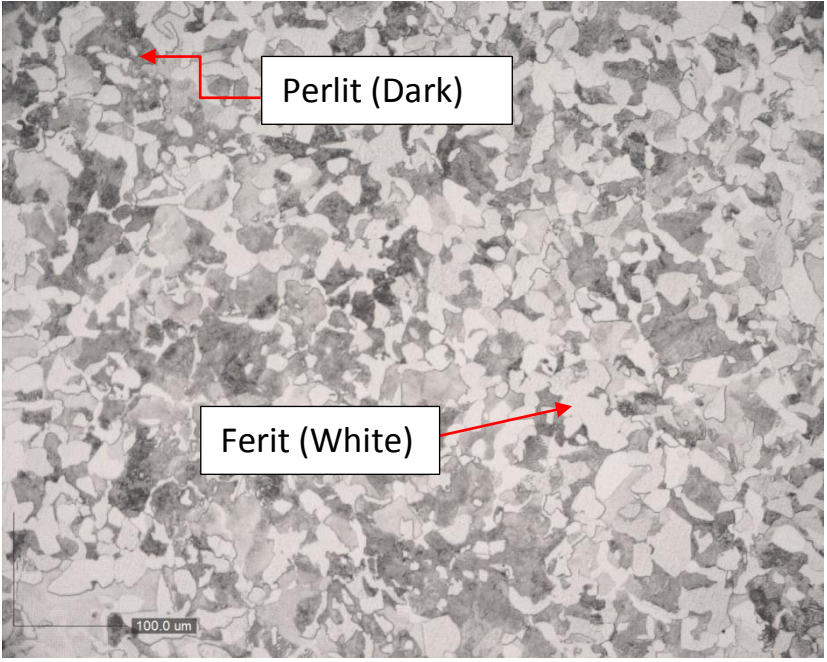
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	 <p>A schematic diagram of a sprocket specimen. The sprocket is shown with a hatched area on its teeth, labeled "Posisi 5" with an arrow pointing to the hatched region.</p>
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p>A micrograph showing the microstructure of the material at position 5. The image displays a complex, granular structure with two distinct phases: Ferrite (white) and Perlit (Dark). A scale bar in the bottom left corner indicates 100.0 um.</p> <p><b>Gambar 4.8</b> Daerah Struktur Mikro posisi 5 pada <i>sprocket</i> original kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

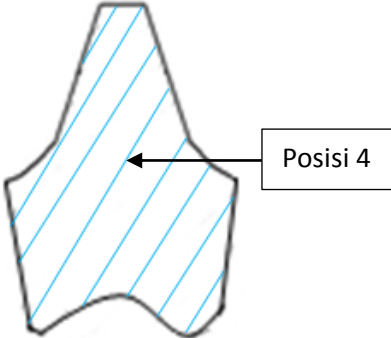
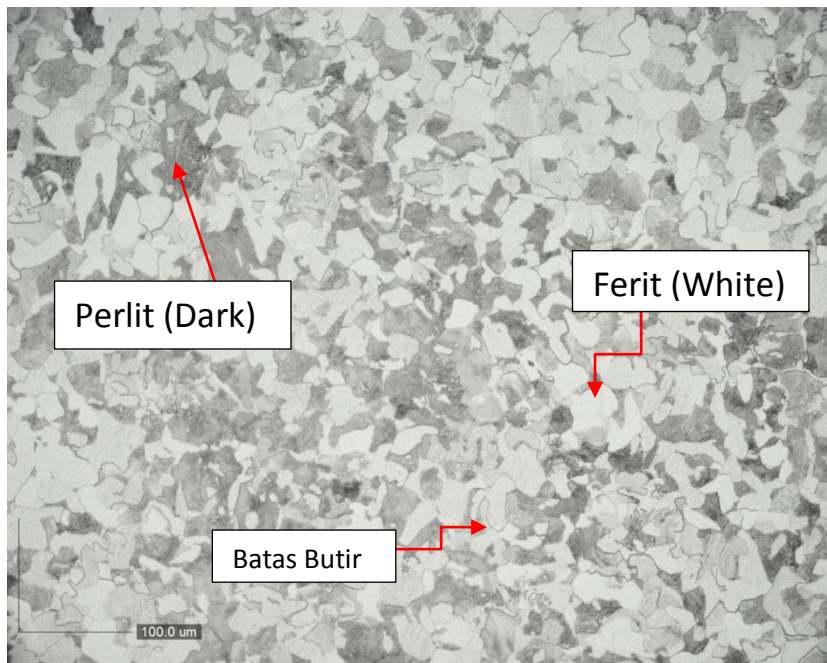
## 4.2.2 Daerah sprocket lokal potongan melintang

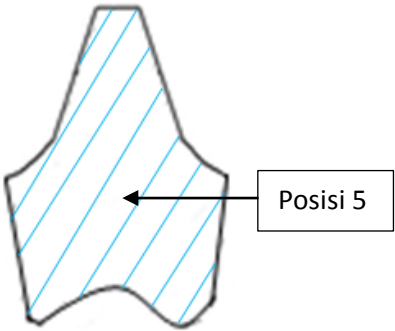
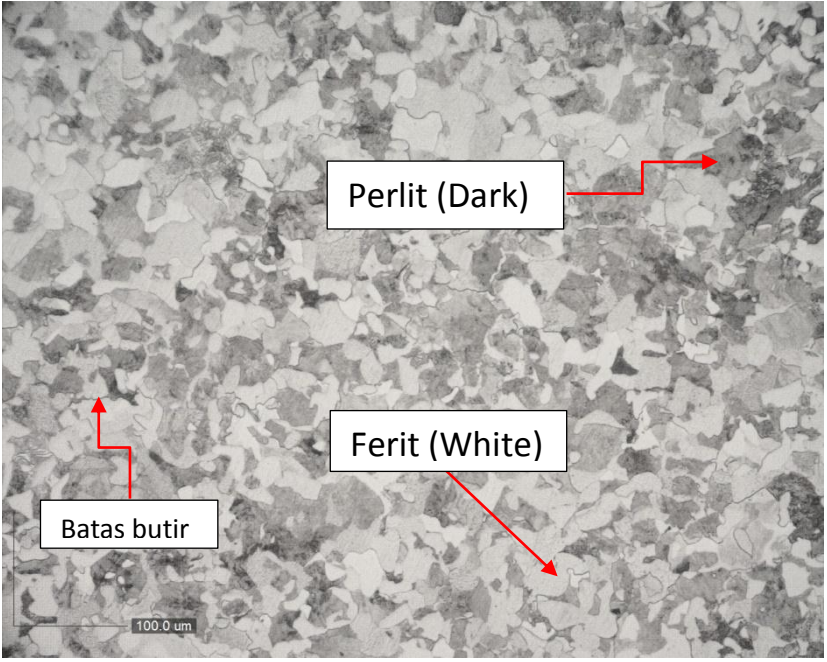
SKEMATIS SPESIMEN UJI	
STRUKTUR MIKRO	 <p><b>Gambar 4.9</b> Daerah Struktur Mikro posisi 1 pada sprocket lokal kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>



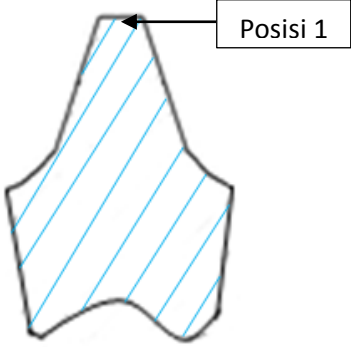
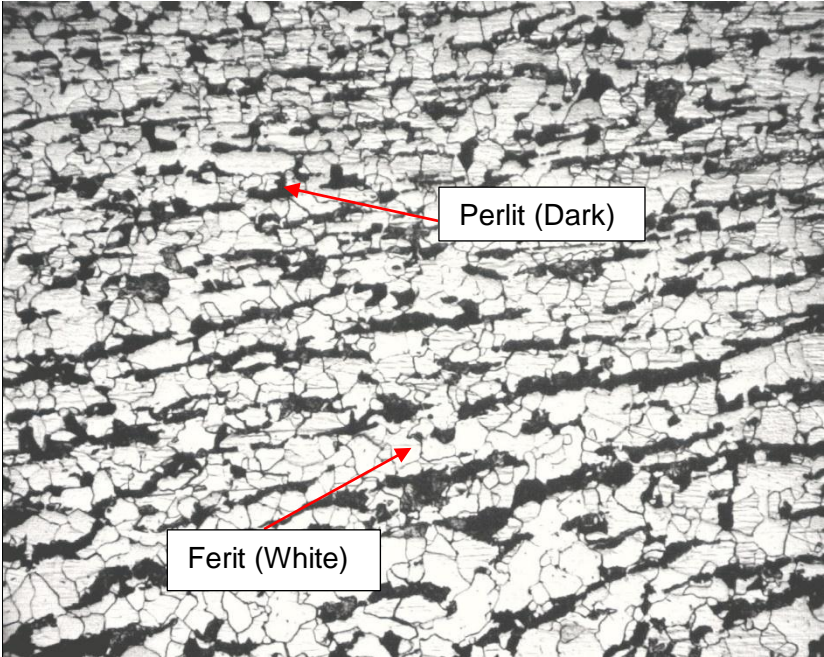
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.10</b> Daerah Struktur Mikro posisi 2 pada sprocket lokal kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

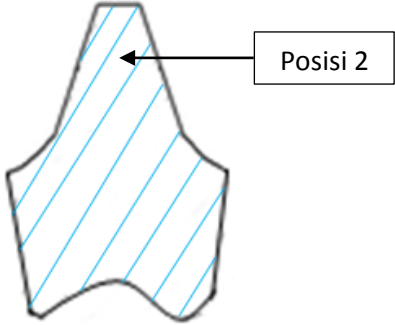
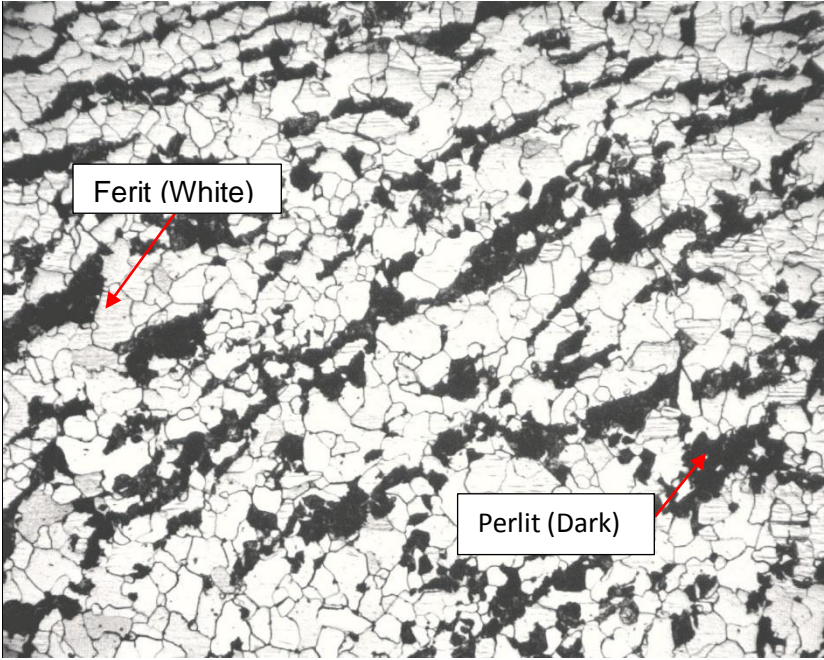
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.11</b> Daerah Struktur Mikro posisi 3 pada <i>sprocket</i> lokal kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

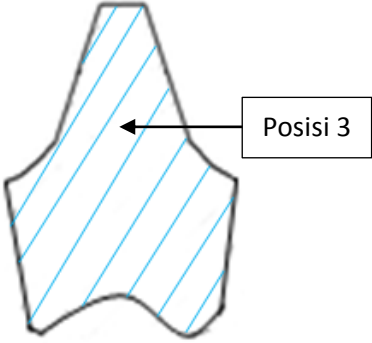
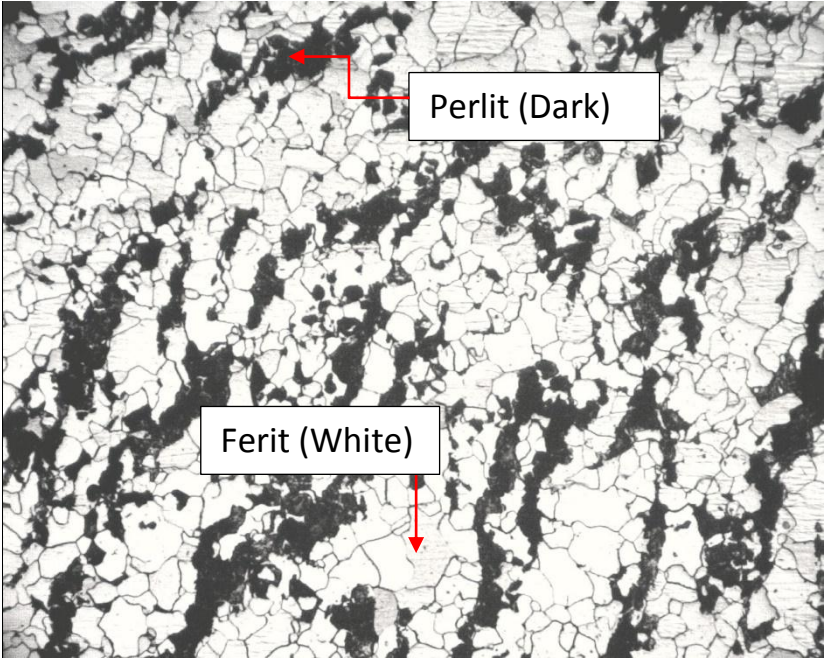
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.12</b> Daerah Struktur Mikro posisi 4 pada sprocket lokal kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

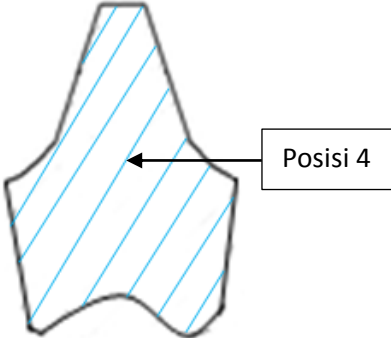
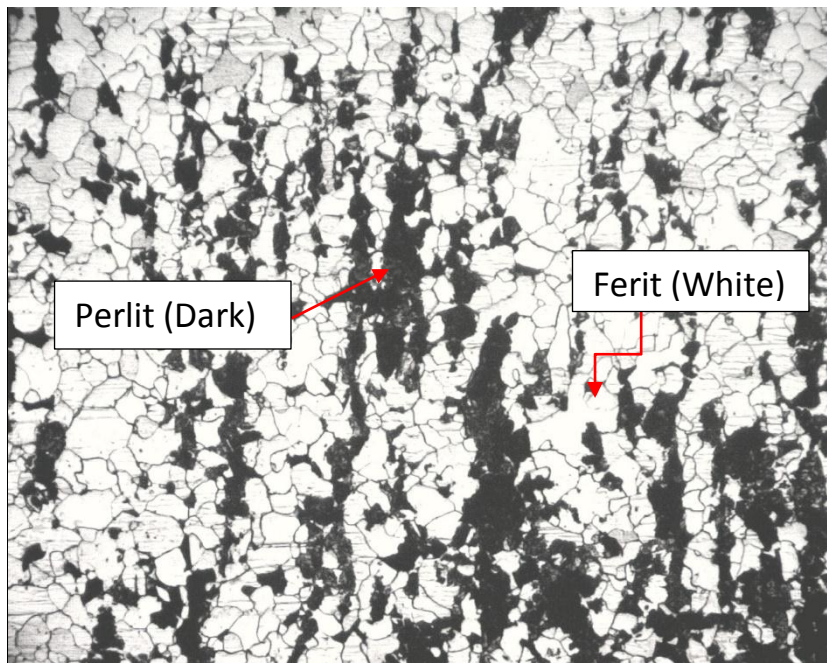
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.13</b> Daerah Struktur Mikro posisi 5 pada <i>sprocket</i> lokal kondisi As it is (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

4.2.3 Daerah sprocket original kondisi *annealing*

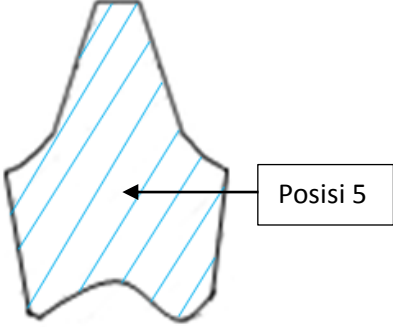
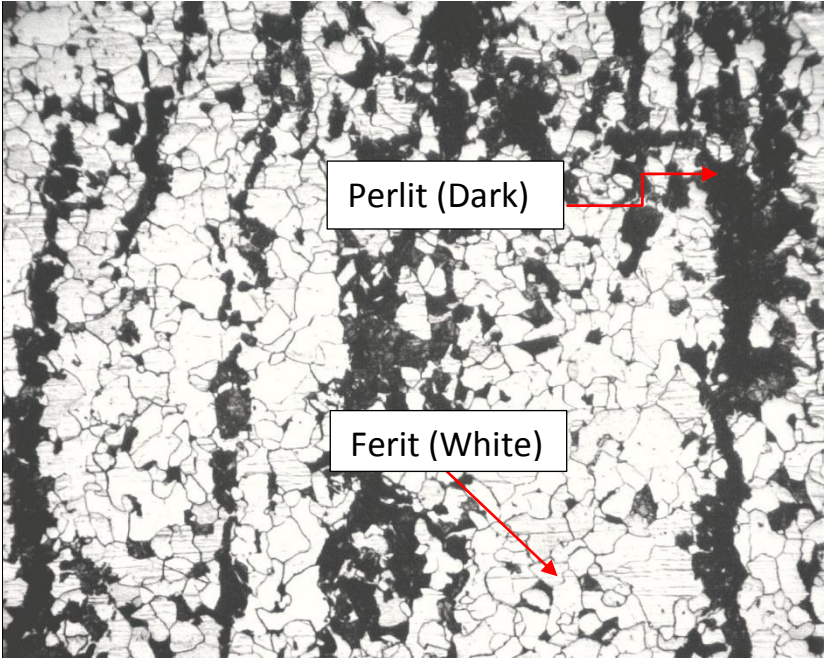
SKEMATIS SPESIMEN UJI	
STRUKTUR MIKRO	 <p data-bbox="308 1431 1267 1503"><b>Gambar 4.14</b> Daerah Struktur Mikro posisi 1 pada <i>sprocket</i> original kondisi <i>annealing</i> (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

SKEMATIS SPESIMEN UJI	
STRUKTUR MIKRO	 <p><b>Gambar 4.15</b> Daerah Struktur Mikro posisi 2 pada <i>sprocket</i> original kondisi <i>annealing</i> (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

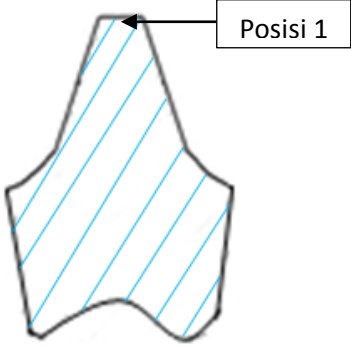
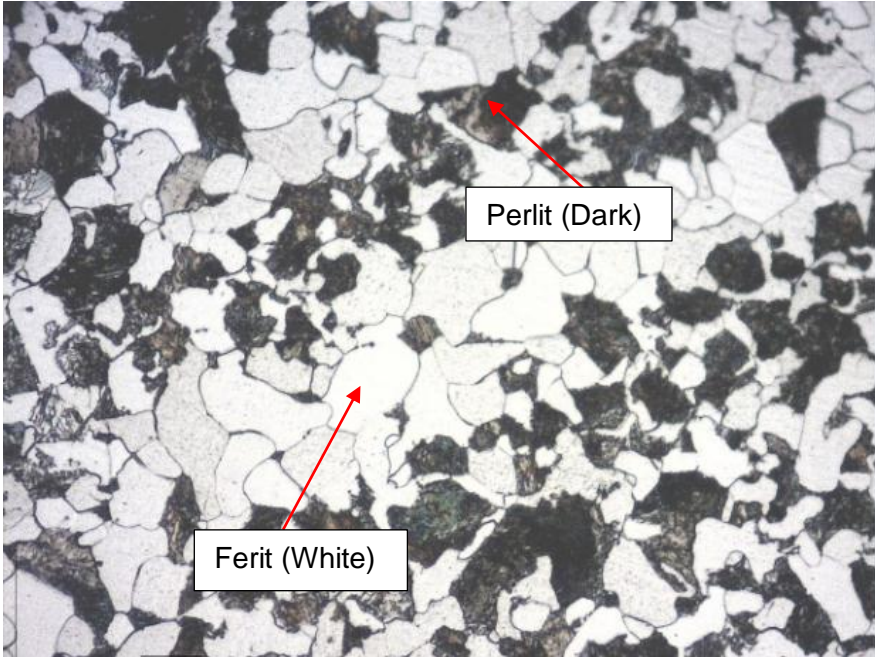
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	 <p>A schematic diagram of a sprocket specimen. The sprocket is shown with a hatched area in the center, representing the region of interest. An arrow points from a box labeled 'Posisi 3' to this hatched area.</p>
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p>A micrograph showing the microstructure of the sprocket material. The image displays a complex pattern of dark and light regions. A box labeled 'Perlit (Dark)' has a red arrow pointing to a dark region. Another box labeled 'Ferit (White)' has a red arrow pointing to a white region.</p> <p><b>Gambar 4.16</b> Daerah Struktur Mikro posisi 3 pada <i>sprocket</i> original kondisi <i>annealing</i> (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

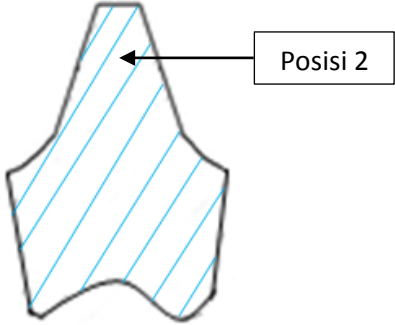
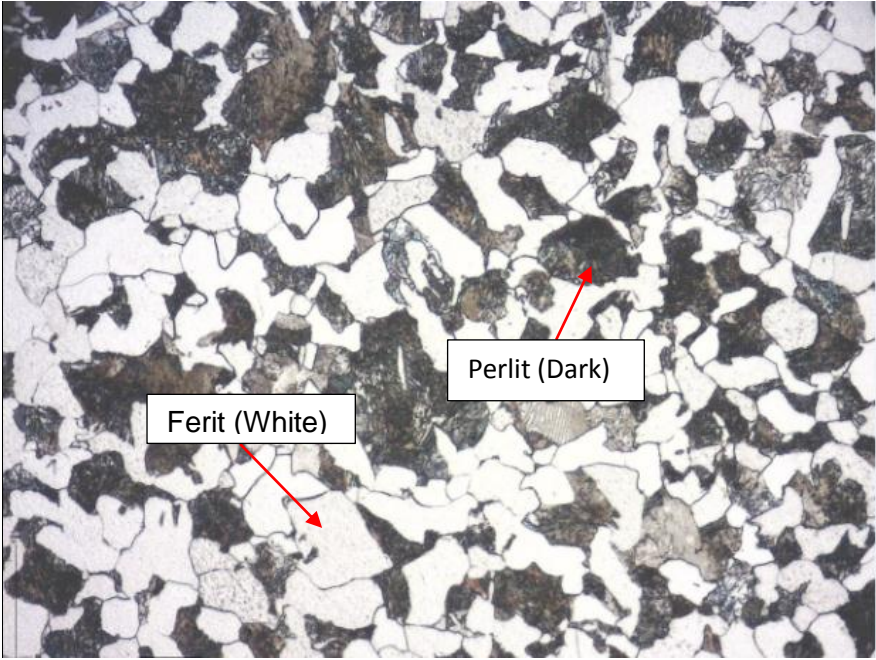
<p>SKEMATIS SPESIMEN UJI</p>	
<p>STRUKTUR MIKRO</p>	 <p><b>Gambar 4.17</b> Daerah Struktur Mikro posisi 4 pada <i>sprocket</i> original kondisi <i>annealing</i> (170x pembesaran) Etsa Nital</p>



SKEMATIS SPESIMEN UJI	
STRUKTUR MIKRO	 <p><b>Gambar 4.18</b> Daerah Struktur Mikro posisi 5 pada <i>sprocket</i> original kondisi <i>annealing</i> (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

4.2.4 Daerah sprocket lokal kondisi annealing

SKEMATIS SPESIMEN UJI	
STRUKTUR MIKRO	 <p><b>Gambar 4.19</b> Daerah Struktur Mikro posisi 1 pada sprocket lokal kondisi annealing (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

SKEMATIS SPESIMEN UJI	 <p>A schematic diagram of a sprocket specimen. The sprocket is shaded with blue diagonal lines. An arrow points to a specific area on the sprocket labeled "Posisi 2".</p>
STRUKTUR MIKRO	 <p>A micrograph showing the microstructure of the sprocket material. The image displays a complex pattern of white and dark regions. Two red arrows point to specific areas: one to a white region labeled "Ferit (White)" and another to a dark region labeled "Perlit (Dark)".</p> <p><b>Gambar 4.20</b> Daerah Struktur Mikro posisi 2 pada sprocket lokal kondisi <i>annealing</i> (170x pembesaran) Etsa Nital</p>

### 4.2.5 Analisa Hasil Pengamatan Struktur Mikro

#### 4.2.5.1 Analisa struktur mikro sprocket original dan lokal

Dari gambar struktur mikro sprocket original (Gambar 4.4 dan 4.5) terlihat butir yang mengecil dan terdapat fasa ferrit (*white*) serta martensit. Berdasarkan dari hasil pengamatan struktur mikro dan perbandingan dengan *literature*, diperkirakan proses pengerjaan sprocket original ini melalui proses *induction hardening*. Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pada lapisan permukaan material yang mengalami proses *induction hardening* karena terjadi perubahan struktur mikro, perubahan ini ditunjukkan dengan terbentuknya fasa martensit, sedangkan pada (gambar 4.7 dan 4.8) ditunjukkan struktur mikro pada bagian dalam sprocket, pada kondisi ini terdapat fasa ferit dan perlit. Sedangkan dari gambar struktur mikro sprocket lokal (Gambar 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 dan 4.13) terlihat butir yang lebih besar dan tidak terlihat adanya perubahan struktur mikro. Terdapat fasa ferrit (*white*) dan perlit (*Dark gray areas*). Fasa ferit mempunyai sifat lunak dan ulet. Sedangkan fasa perlit mempunyai sifat keras tapi getas.

### 4.3 Data Pengujian Kekerasan

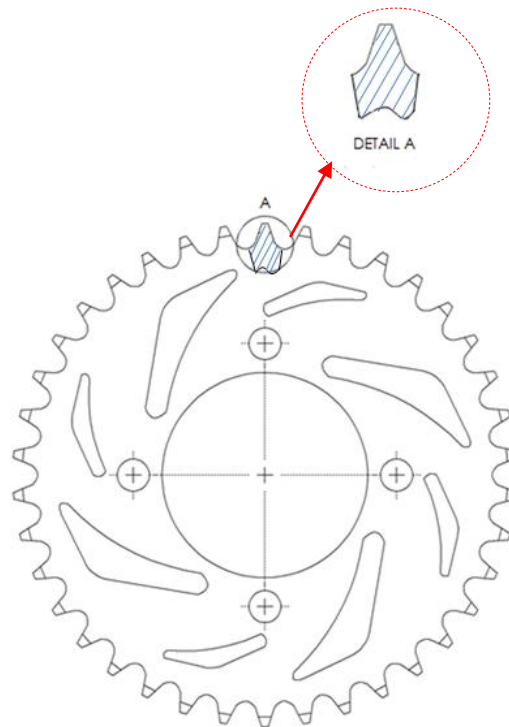
#### 4.3.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Mikro Vickers (VHN)

Untuk mengetahui harga kekerasan suatu material, merupakan tujuan dari adanya pengujian kekerasan. Pada pengujian ini, dipilih menggunakan metoda *Micro Vickers* guna mengetahui kekerasan fasa.

Pengujian ini dilakukan di beberapa titik, yaitu pada daerah potongan melintang dan mendatar pada sprocket. Pengujian kekerasan yang dilakukan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

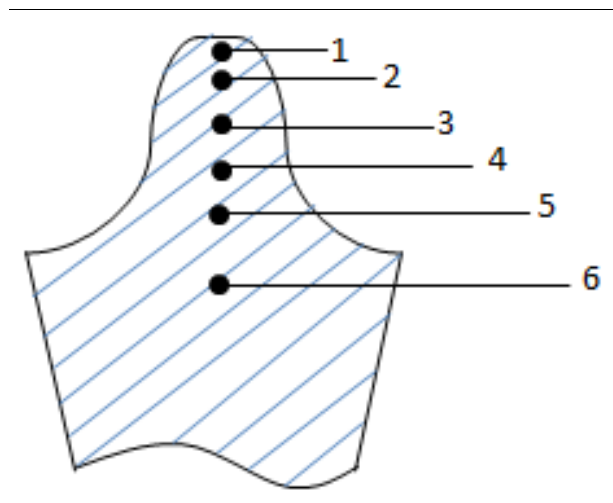
- ❖ Metode : Mikro Hardness Vickers
- ❖ Standart : ASTM E92
- ❖ Indentor : Piramida Intan
- ❖ Beban : 1 Kgf
- ❖ Lama penekanan : 10 detik

### A. Skematis sprocket dengan arah potongan melintang



**Gambar 4.21** skematis sprocket dengan arah potongan melintang

### B. Pengambilan titik pengujian kekerasan pada spesimen dengan arah potongan melintang



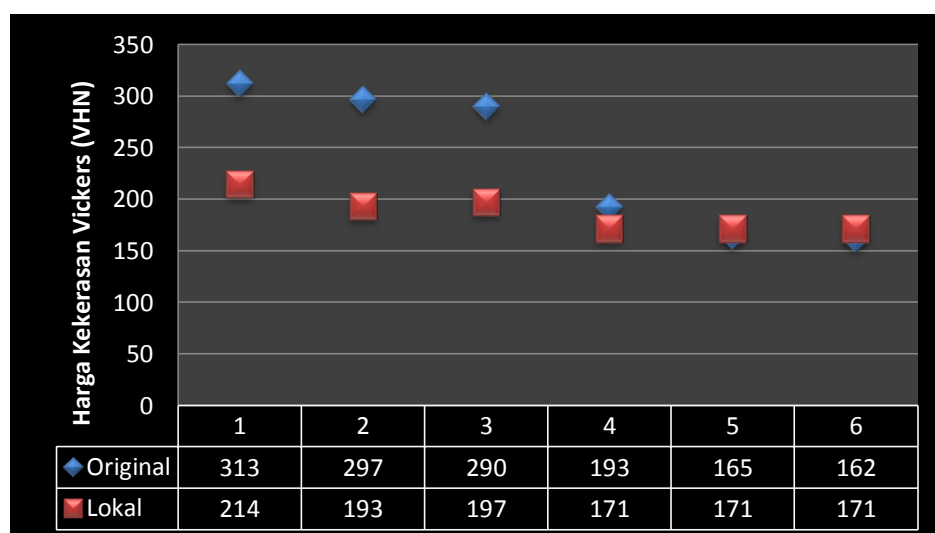
**Gambar 4.22** Pengambilan titik pengujian kekerasan pada spesimen dengan arah potongan melintang

## Karakterisasi Material Sprocket

**Tabel 4.1** Hasil pengujian kekerasan dengan *micro Vickers* daerah potongan melintang

Spesimen	Titik Pengujian	Jarak penekanan (mm)	VHN (kgf/mm <sup>2</sup> )
<i>Sprocket</i> Original	1	0,3	313
	2	1	297
	3	2	290
	4	2	193
	5	2	165
	6	5	162
	Rata-rata		236.67
<i>Sprocket</i> Lokal	1	0,3	214
	2	1	193
	3	2	197
	4	2	171
	5	2	171
	6	5	171
	Rata-rata		186.17

**4.3.2** Grafik Hasil di beberapa titik pengujian kekerasan pada *sprocket* original dan lokal



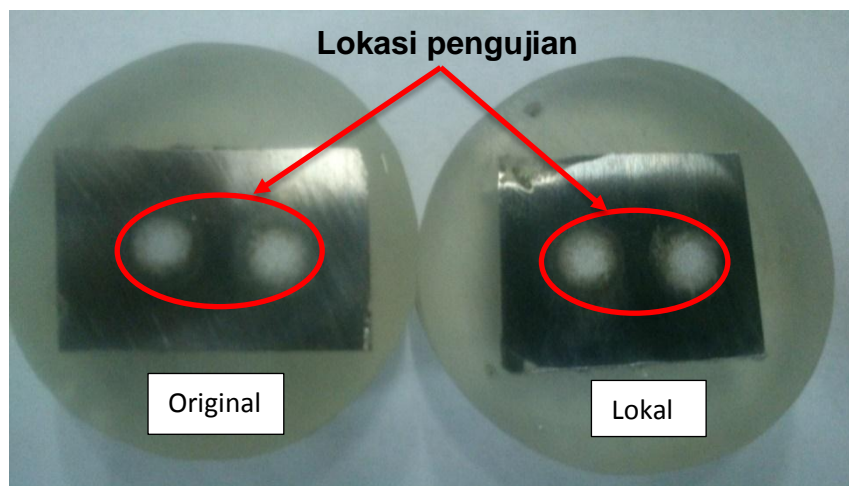
**Gambar 4.23** Grafik Harga kekerasan *sprocket* original dan lokal

### 4.3.3 Analisa hasil pengujian kekerasan *micro Vickers*

Pengujian kekerasan dilakukan dengan mengambil 6 titik dipermukaan *sprocket*, dengan menggunakan metode *micro Vickers hardness*. Dari data di atas diketahui bahwa *sprocket* original mempunyai harga kekerasan lebih tinggi dibandingkan *sprocket* lokal, karena pada *sprocket* original telah mengalami proses *case hardening*. Dari grafik di atas pada *sprocket* original yang mengalami proses *case hardening* dapat diketahui bahwa semakin jauh titik pengujian dari tepi nilai kekerasannya semakin menurun, kemungkinan hal tersebut dipengaruhi oleh laju pendinginan secara cepat. Sedangkan dari grafik kekerasan *sprocket* lokal dapat diketahui bahwa dari titik 1 mempunyai kekerasan yang tinggi dan pada titik 2 sampai 6 mempunyai kekerasan yang hampir sama, kemungkinan pada saat pengujian kekerasan, indentor mengenai fasa perlit sehingga pada titik 1 mempunyai harga kekerasan yang tinggi.

### 4.4 Data Pengujian komposisi

Pengujian komposisi kimia atau sering dikenal dengan pengujian komposisi dilakukan dengan mesin *spectrometer* di laboratorium politeknik Manufaktur (POLMAN) Bandung. Jenis mesin *Spectrometer* yang digunakan adalah spectrometri emisi. Jenis ini adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk analisis logam secara kuantitatif maupun kualitatif yang didasarkan pada pemancaran atau emisi sinar dengan panjang gelombang yang karakteristik untuk unsur yang dianalisis.



**Gambar 4.24** Spesimen Uji Spectrometri

## Karakterisasi Material Sprocket

Data hasil pengujian komposisi *sprocket* dapat dilihat ditabel berikut ini:

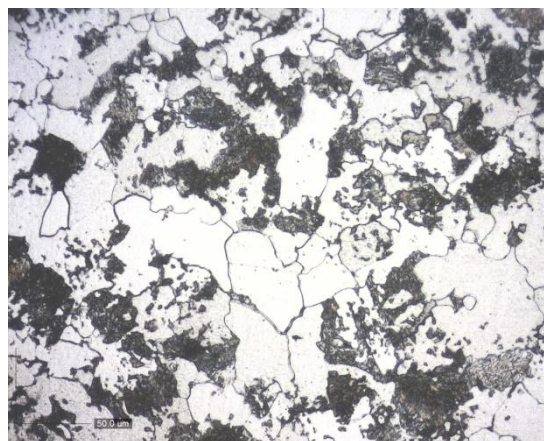
**Tabel 4.2** Pengujian Komposisi *Sprocket* original dan lokal

UJI SPECTROMETER			
NO	Unsur	<i>Sprocket original</i> (%)	<i>Sprocket lokal</i> (%)
1	Carbon (C)	0,207	0,477
2	Silicon (Si)	0,014	0,251
3	Phosphorus (P)	0,016	0,014
4	Manganese (Mn)	0,833	0,541
5	Chromium (Cr)	0,01	0,05

### 4.4.1 Metode Kuantitatif

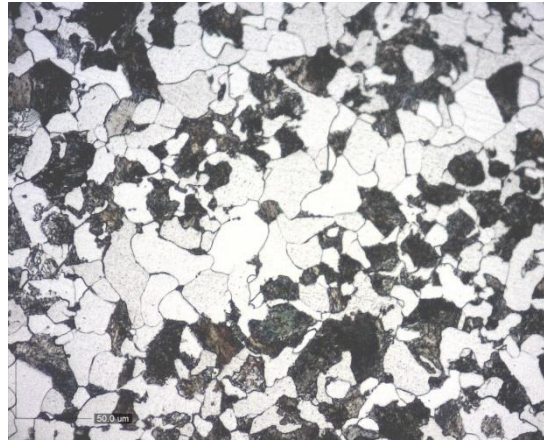
Metode kuantitatif merupakan metoda yang dipakai untuk memprediksi kadar karbon yang terkandung didalam suatu material.

Berikut adalah foto mikro *specimen* setelah dilakukan proses perlakuan panas (*Annealing*) :



**Gambar 4.25** Struktur mikro *sprocket* original dengan proses *annealing*

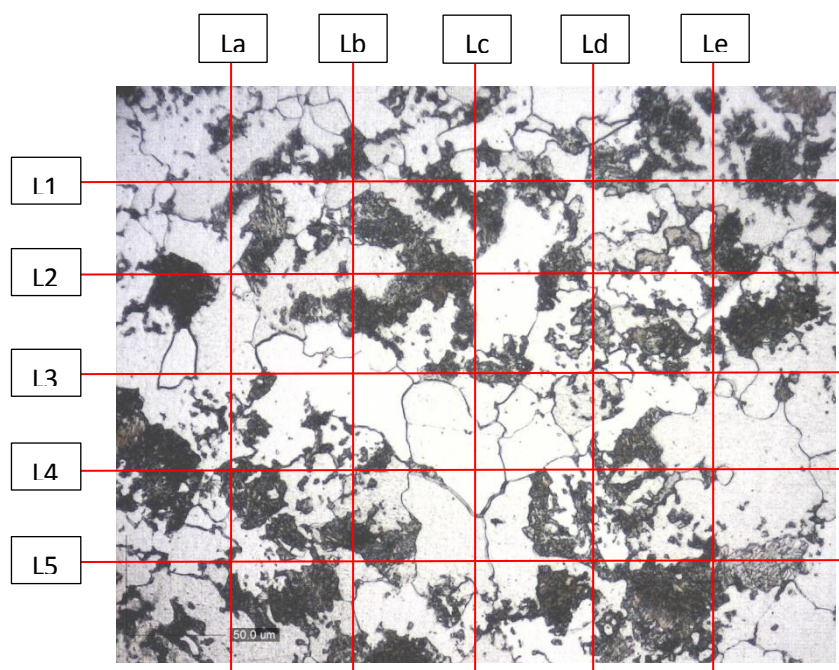




**Gambar 4.26** Struktur mikro sprocket lokal dengan proses *annealing*

Dari gambar 4.2 dan 4.3 terlihat tidak terjadi banyak perubahan, namun struktur menjadi lebih halus dan fasa – fasa menjadi lebih jelas terlihat. Tujuan dari proses *Annealing* adalah untuk meningkatkan ketangguhan, memperhalus butir dan mempermudah proses pemesinan. Namun dalam pengujian ini, dilakukan proses anil untuk dapat mempermudah melakukan metalografi kuantitatif untuk dapat menghitung prakira kandungan karbon dalam baja.

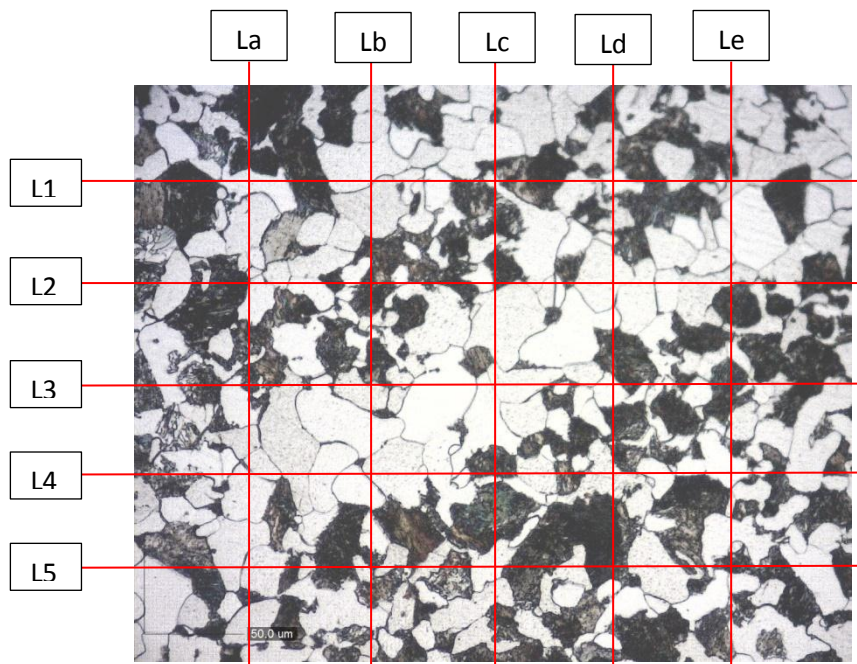
### 4.4.2 Prediksi Kadar Karbon Pada Sprocket Original dan Lokal



**Gambar 4.27** Metode kuantitatif pada sprocket original (*annealing*)

## Karakterisasi Material Sprocket

- L1, Panjang fasa perlit = 45 mm
- L2, Panjang fasa perlit = 34 mm
- L3, Panjang fasa perlit = 16 mm
- L4, Panjang fasa perlit = 33 mm
- L5, Panjang fasa perlit = 42 mm
- Panjang rata-rata = 34 mm
- La, Panjang fasa perlit = 20 mm
- Lb, Panjang fasa perlit = 25,5 mm
- Lc, Panjang fasa perlit = 20,5 mm
- Ld, Panjang fasa perlit = 30 mm
- Le, Panjang fasa perlit = 32 mm
- Panjang rata-rata = 25,6mm
- Jumlah fasa perlit =  $\frac{34+25,6mm}{90+72 mm} \times 100\% = 36,7 \%$
- Jumlah fasa ferrit = 63,3 %
- $\%C = \frac{\%P}{100} (0,8 - 0,025) + 0,025 = 0,30 \%C$



**Gambar 4.28** Metode kuantitatif pada sprocket lokal (*annealing*)

## Karakterisasi Material Sprocket

- L1, Panjang fasa perlit = 49 mm
- L2, Panjang fasa perlit = 49 mm
- L3, Panjang fasa perlit = 57 mm
- L4, Panjang fasa perlit = 31,5 mm
- L5, Panjang fasa perlit = 61 mm
- Panjang rata-rata = 49,5 mm
- La, Panjang fasa perlit = 24mm
- Lb, Panjang fasa perlit = 29 mm
- Lc, Panjang fasa perlit = 36,5 mm
- Ld, Panjang fasa perlit = 37,5 mm
- Le, Panjang fasa perlit = 34,5 mm
- Panjang rata-rata = 38,9 mm
- Jumlah fasa perlit =  $\frac{49,5+38,9 \text{ mm}}{90+72 \text{ mm}} \times 100\% = 54,6\%$
- Jumlah fasa ferrit = 45,4 %
- $\%C = \frac{\%P}{100} (0,8 - 0,025) + 0,025 = 0,45 \%C$

### 4.4.3 Analisa Hasil Pengujian komposisi dan metode kuantitatif

Dengan membandingkan hasil uji komposisi kimia antara *sprocket* original dan lokal dapat dianalisa dalam beberapa hal. *Sprocket* lokal mempunyai kadar karbon (C) yang lebih tinggi (0,47%) dibandingkan dengan kadar carbon *sprocket* original (0,20%), kadar karbon yang tinggi dapat meningkatkan harga kekerasannya dan tahan terhadap gesekan akan tetapi membuat material menjadi getas. Kadar silicon (Si) yang tinggi (0,25%) pada *sprocket* lokal dibandingkan dengan *sprocket* original (0,01%) dapat meningkatkan kekerasan, kekuatan, ketahanan aus, dan tahan terhadap panas. Kandungan *manganese* (Mn) yang lebih tinggi (0,83%) pada *sprocket* original dibandingkan dengan *sprocket* lokal (0,54%) dapat membuat *sprocket original* menjadi lebih tahan terhadap gesekan, meningkatkan kekuatan dan kekerasan, sedangkan pada sprocket lokal yang mempunyai kadar *manganese* yang rendah (kurang dari 0,06%) tidak mempengaruhi sifat baja, dengan kata lain *manganese* tidak memberi pengaruh yang besar pada struktur baja dalam jumlah kecil. Kadar Nikel (Ni) (0,02%) pada *sprocket* lokal dan (0,01%) pada *sprocket* original dapat meningkatkan kekuatan, keuletan dan tahan karat. Kandungan crom

## Karakterisasi Material Sprocket

---

(Cr) (0,01%) pada *sprocket* original dan (0,05%) pada *sprocket* lokal, tidak terlalu berpengaruh terhadap meningkatnya harga kekerasan, tetapi membuat baja masih mempunyai sifat tahan korosi dan membuat sifat baja dikeraskan lebih baik.

Berdasarkan dari hasil pengujian komposisi kimia tersebut, pada material *sprocket* original dapat diketahui bahwa material tersebut merupakan baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,20%. Sedangkan dari hasil penghitungan dengan metode kuantitatif *sprocket* original mempunyai kadar karbon 0,30%, lebih besar dari hasil *spectrometri*. Kemungkinan ada kesalahan pada hasil *spectrometri*, karena pada *sprocket* original terlihat ada bekas proses *induction hardening*, maka dengan kadar karbon 0,2% tidak bisa dilakukan proses pengerasan dengan proses *induction hardening*, karena proses *induction hardening* dilakukan pada baja karbon sedang dengan kadar karbon 0,3%. Dengan hasil uji komposisi dan penghitungan dengan metode *kuantitatif*, material yang digunakan pada *sprocket* original dapat dikatakan kedalam kategori baja dengan *standard* AISI, yaitu AISI 1030. Sedangkan material yang digunakan pada *sprocket* lokal berdasarkan hasil uji komposisi dan literatur tidak termasuk klasifikasi baja menurut standar AISI 1030.