

TRANFORMASI FASA DAN TEKSTUR BAJA TAHAN KARAT AUSTENIT AISI 304 PADA Pengerolan Dingin

Budi Hartono Setiamarga, Muki Satya Permana, Mardjono Siswosuwarno, Tata Surdia,
Jurusan Teknik Mesin - Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

TRANFORMASI FASA DAN TEKSTUR BAJA TAHAN KARAT AUSTENIT AISI 304 PADA Pengerolan Dingin. Deformasi pada temperatur kamar terhadap Baja Tahan Karat Austenit AISI 304 (Cr 18% - Ni 8%) menunjukkan adanya transformasi fasa dari -austenit (FCC) menjadi -martensit (BCC). Pengaruh transformasi fasa dan deformasi terhadap orientasi kristal telah diteliti dengan menggunakan tekstur kristalografi (pole figure). Orientasi austenit pada pelat sebelum dirol mendekati orientasi ideal (011)[211] + (011)[100]. Tekstur kristalografi pada pelat yang dirol menunjukkan bahwa penguatan tekstur -martensit sejalan dengan makin besarnya deformasi. Orientasi kristalnya mendekati orientasi ideal (112)[110] + (113)[110]. Tekstur austenit akan menjadi makin lemah dengan semakin besarnya deformasi. Fasa -martensit dikenal memiliki ketahanan korosi yang relatif lebih rendah dari pada austenit. Oleh karena itu, timbul dugaan kuat bahwa baja tahan karat austenit tidak akan sesuai untuk komponen-komponen yang mengalami benturan pada lingkungan yang korosif.

ABSTRACT

PHASE TRANSFORMATION AND TEXTURE OF AUSTENIT AISI 304 STAINLESS STEEL UPON COLD ROLLING. Room temperature deformation of Austenit Stainless Steel AISI 304 (Cr 18% - Ni 8%) shows the occurrence of phase transformation of -austenit (FCC) to -martensit (BCC). The influence of phase transformation and deformation on crystal orientation has been investigated using texture crystallography (pole figure). The orientation of austenit on the plate prior to rolling is close to the ideal orientation (011)[211] + (011)[100]. Texture crystallography controlled plates showed a strengthened texture of -martensit in line with the degree of deformation. The crystal orientation is close to ideal (112)[110] + (113)[110]. The texture of austenit will be weaker with increasing deformation. The martensit phase is known to be relatively less resistant to corrosion than austenit. Therefore it can be expected that austenit stainless steel will not be suitable for components undergoing collision in a corrosive environment.

PENDAHULUAN

Baja tahan karat austenit AISI 304 (untuk selanjutnya disingkat BTKA 304) banyak dipakai, karena mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik serta kuat pada temperatur tinggi [1]. Pada baja tahan karat austenit dapat terjadi transformasi fasa dari austenit (FCC) menjadi α' -martensit (BCC). Ada dua proses yang dapat mendorong terjadinya transformasi fasa, yaitu proses pendinginan sampai temperatur dibawah temperatur M_s [2-6] dan proses deformasi pada temperatur dibawah temperatur M_d [2,7-9]. Deformasi BTKA 304 pada suhu kamar akan menyebabkan terjadinya transformasi fasa [2,7-9].

Tingkat deformasi yang makin tinggi akan menyebabkan pembentukan α' -martensit yang semakin banyak [2,7-9]. Peningkatan jumlah α' -martensit ini telah diteliti dengan beberapa cara, yaitu: dengan pengamatan struktur mikro [2,7,8], pengukuran tahanan listrik [6], pengukuran sifat

magnetis [10], dan menggunakan difraksi sinar-X [7,8]. Pengaruh transformasi fasa dan deformasi terhadap orientasi kristal akan diteliti dengan menggunakan tekstur kristalografi (pole figure).

Menurut beberapa peneliti [2,5,7,8,11], transformasi fasa dari austenit ke α' -martensit dapat melalui fasa antara yaitu ϵ -martensit (HCP), tetapi baru akan terbentuk apabila jumlah kandungan Chrom (Cr) dan Nikelnya (Ni) lebih dari 24%. Pada BTKA 304 (Cr 18%, Ni 8%), deformasi pada temperatur kamar tidak menghasilkan α' -martensit [8], ϵ -martensit hanya akan terbentuk bila deformasi berlangsung pada temperatur dibawah nol [3,8].

Proses deformasi BTKA 304 pada temperatur kamar akan menyebabkan berkurangnya ketahanan korosi. Hal ini diakibatkan karena adanya fasa α' -martensit yang mempunyai ketahanan korosi yang relatif rendah dibandingkan dengan austenit. [12]

TATAKERJA

Proses pengerolan dilakukan pada pelat BTKA 304 yang telah mengalami solution treatment pada 1050°C selama 1/2 jam, dengan deformasi 10%, 40%, 60%, 80%, 105%, 120%, 147%, 182%, dan 216%.

Permukaan spesimen dibersihkan dengan larutan kimia (4 bag HNO_3 , 3 bag HCl , 5 bag asam asetat) pada suhu 70°C . Difraksi sinar-X dilakukan dengan difraktometer JSDX-60P3A JEOL dan goniometer DX-GO-P JEOL, untuk mengetahui sudut difraksi dari martensit dan austenit. Pengukuran tekstur dilakukan dengan memakai goniometer tekstur model DX-GOP3 JEOL. Pengukuran kekerasan dilakukan dengan metoda micro Vickers pada beban 200 gram.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran tekstur pada bidang (110) α' -martensit dan pada bidang (111) austenit ditunjukkan pada gambar 1 sampai dengan gambar 10 (lampiran).

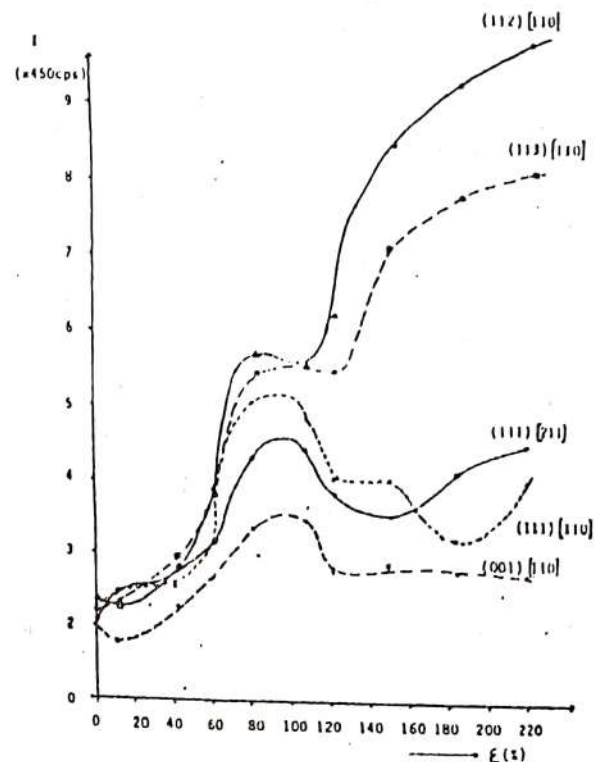
Orientasi utama α' -martensit mendekati orientasi ideal (112)(110), sedangkan orientasi utama dari austenit mendekati orientasi ideal (011)(211). Menurut Dillamore dan Roberts [13], tekstur deformasi pada material yang mempunyai energi salah tumpuk (stacking fault energy) yang kecil (seperti misalnya BTKA 304) akan mendekati orientasi ideal (110) p. Hal ini sesuai dengan tekstur deformasi austenit yang diperoleh dari penelitian ini. [14,15]

Kurva harga intensitas rata-rata untuk α' -martensit dan austenit dari beberapa orientasi ideal dibuat sebagai fungsi dari tingkat deformasi (gambar 11 dan 12).

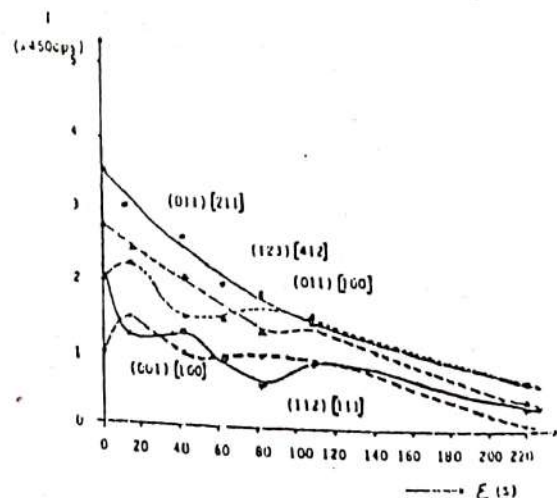
Pada gambar 11 [14,15] dapat dilihat adanya peningkatan intensitas yang cukup tajam untuk orientasi (112)(110) + (113)(110). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah α' -martensit yang terbentuk akan semakin meningkat dengan bertambahnya deformasi.

Pada gambar 12 [14,15] tampak bahwa intensitas rata-rata austenit makin menurun dengan meningkatnya deformasi.

Laju peningkatan intensitas rata-rata α' -martensit cukup besar bila dibandingkan dengan laju penurunan intensitas rata-rata austenit. Hal ini menunjukkan bahwa α' -martensit mengalami orientasi yang makin terarah mendekati orientasi ideal (112)(110) + (113)(110) pada waktu dideformasi. Transformasi fasa dari austenit ke α' -martensit akan mencapai intensitas maksimumnya pada tingkat deformasi sekitar 220%.



Gambar 11. Kurva intensitas Vs ϵ
(untuk martensit).

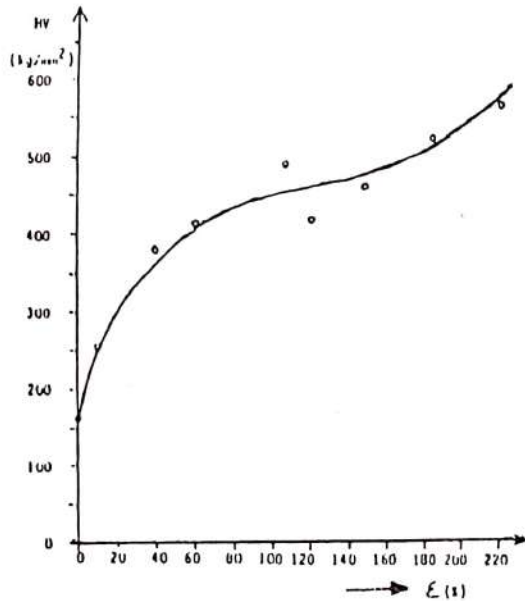


Gambar 12. Kurva intensitas Vs ϵ
(untuk austenit).

Hal ini menunjukkan bahwa transformasi fasa sudah hampir seluruhnya selesai pada deformasi yang besar.

Hasil pengukuran kekerasan mikro terhadap BTKA 304 ditunjukkan pada gambar 13.

Terlihat bahwa sampai tingkat deformasi 220% kekerasannya meningkat sampai sekitar 400%, yaitu dari VHN 165 menjadi VHN 600. [14,15]. Menurut Honeycombe [16], peningkatan kekerasan ini



Gambar 13. Kurva hasil pengukuran kekerasan
Vs ϵ .

terutama diakibatkan oleh terbentuknya α' -martensit. Baja tahan karat jenis austenit memang dikenal memiliki sifat pengerasan regang-

an yang besar. Penelitian ini mendapatkan harga koefisien pengerasan regangan $n = 0,5$. [14]

Menurut Brian dan Ritter [12], pembentukan α' -martensit pada BTKA 304 dapat menurunkan ketahanan korosinya. Oleh karena itu timbul dugaan kuat bahwa BTKA 304 ini tidak sesuai untuk komponen yang mengalami benturan pada lingkungan yang korosif.

KESIMPULAN

Deformasi Baja Tahan Karat Austenit 304 pada suhu kamar akan menyebabkan terjadinya transformasi fasa dari austenit ke martensit.

Transformasi fasa ini dapat diketahui dari perubahan tekstur deformasinya. Tekstur deformasi -martensit mendekati orientasi ideal $(112)[110] + (113)[110]$, sedangkan tekstur deformasi austenit mendekati orientasi ideal $(011)[211] + (011)[100]$.

Pembentukan α' -martensit pada BTKA 304 mempermudah terjadinya pengerasan regangan. Jenis material seperti ini cocok untuk dibentuk melalui proses stretch forming.

Ketahanan korosi BTKA 304 akan menurun bila α' -martensit terbentuk. Oleh sebab itu, material ini tidak sesuai untuk komponen yang mengalami benturan pada lingkungan yang korosif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Peckner, Donald and I.M. Bernstein, "Handbook of Stainless steels", Mc Graw Hill Book Co., 1977.
2. Lagneborg, R., "The Martensite Transformation in 18% Cr - 8% Ni Steels", Acta Met. 12, July 1964, 823-843.
3. Reed, R.P., "The Spontaneous Martensitic Transformations in 18% Cr, 8% Ni Steels", Acta Met. 10, Sept. 1962, 865-877.
4. Dash, J. and H.M. Otte, "The Martensite Transformation in Stainless Steel", Acta Met. 11, Oct. 1963, 1169-1178.
5. Fujita, H. and S. Ueda, "Stacking Faults and FCC (γ) $\rightarrow$ HCP (ϵ) Transformation in 18/8 type Stainless Steel", Acta Met. 20, May 1972, 759-767.
6. Reynolds, Andrew W. Mc, "The Effects of Stress and Deformation on the Martensitic Transformation", J. Appl. Phys. 20, 1949, 896-907.
7. Cina, B., "A Transitional h.c.p Phase in the $\gamma \rightarrow \alpha'$ Transformation in Certain Fe-Base Alloys", Acta Met. 6. Dec. 1958, 748-762.
8. Otte, H.M., "The Formation of Stacking Faults in Austenite and Its Relation to Martensite", Acta Met. 5. Nov. 1957, 614-627.
9. Goodchild, D., W.T. Roberts and D.V. Wilson, "Plastic Deformation and Phase Transformation in Textured Austenitic Stainless Steels", Acta Met. 18. Nov. 1970, 1137-1145.
10. Leslie, William C., "The Physical Metallurgy of Steels", Hemisphere Publishing Corporation. Mc Graw Hill Book Co., 1981.

11. Breedis, J.F. and W.D. Robertson, "The Martensitic Transformation in Single Crystals of Iron-Chromium-Nickel Alloys", *Acta Met.* 10, Nov. 1962, 1077-1088.
12. Briant, C.L. and A.M. Ritter, "The Effects of Deformation Induced Martensite on the Sensitization of Austenitic Stainless Steels", *Metallurgical Transactions* 11A, Dec. 1980, 2009-2017.
13. Dillamore, I.L. and W.T. Roberts, "Rolling Textures in FCC and BCC Metals", *Acta Met.* 12, March 1964, 281-293.
14. Permana, Muki Satya, "Tekstur Deformasi pada Baja Tahan Karat Austenit AISI 304", Tugas Sarjana S-1, Jurusan Teknik Mesin, F.T.I., I.T.B., 1989.
15. Setiamarga, Budi H., "Phase Transformation, Deformation Texture and Recrystallization Texture of Austenitic Stainless Steel 304", Master Thesis, Graduate Faculty, I.T.B., 1989.
16. Honeycombe, R.W.K., "Steels, Microstructure and Properties", Edward Arnold, 1981.

DISKUSI

Lasijo :

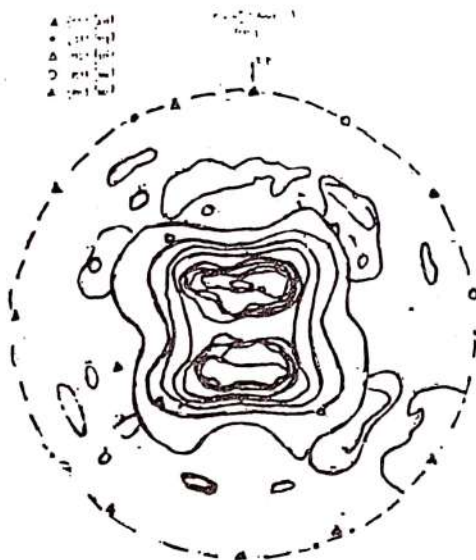
- a. Mohon penjelasan, dalam melakukan pengerolan bahan dari tebal berapa sampai berapa ?
- b. Apakah perubahan fasa terjadi pada permukaannya saja, atau sampai ke bagian yang paling dalam ?.

Budi Hartono Setiamarga :

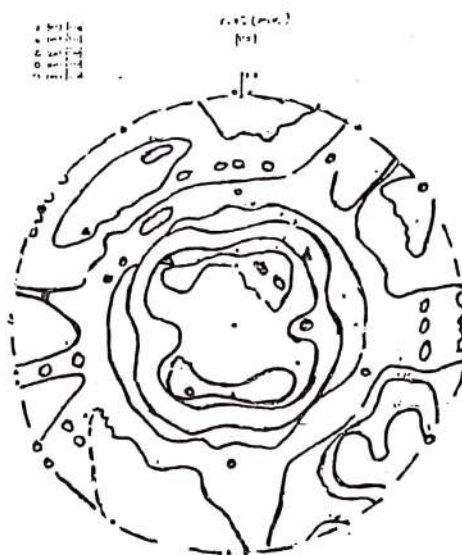
a. $\epsilon = 0\% \rightarrow t = 2 \text{ mm}$

$\epsilon = 210\% \rightarrow t = 0,2 \text{ mm}$

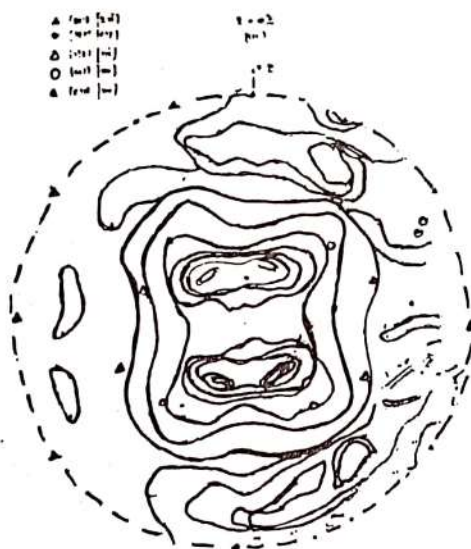
- b. Bagian dalam terdeformasi lebih besar dari pada bagian luar. Ini dibutuhkan dari respons terhadap etsant. Di bagian tengah teretsa lebih cepat dibandingkan dengan yang ditepi.



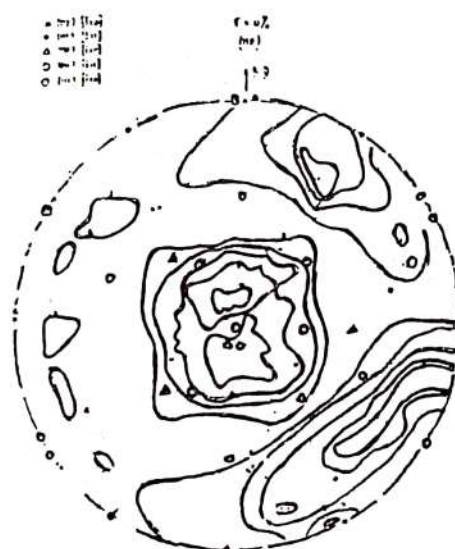
Gb. 1(a). $\epsilon = 0\%$ (austenit)



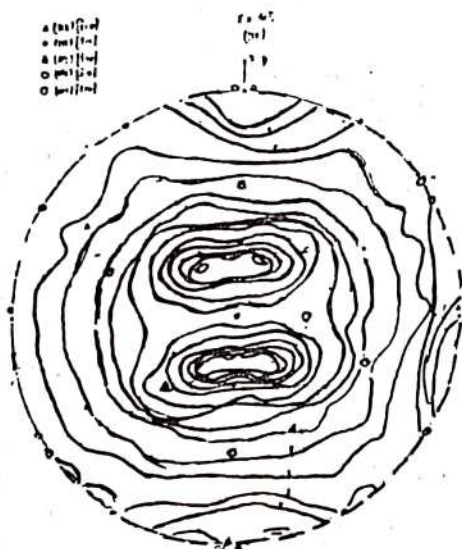
Gb. 1(b). $\epsilon = 0\%$ (martensit)



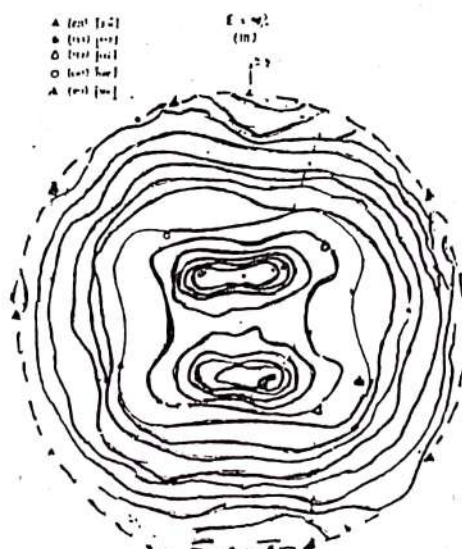
Gb. 2(a). $\epsilon = 10\%$ (austenit)



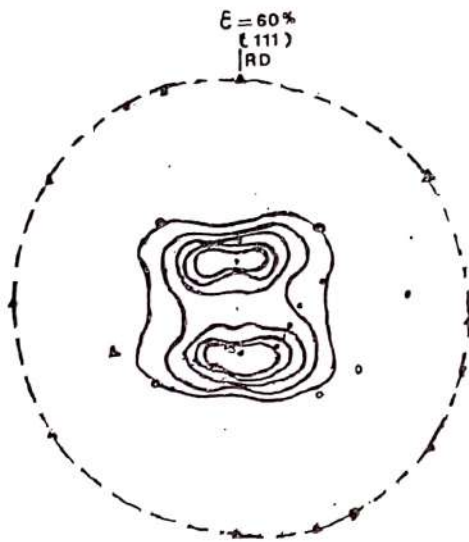
Gb. 2(b). $\epsilon = 10\%$ (martensit)



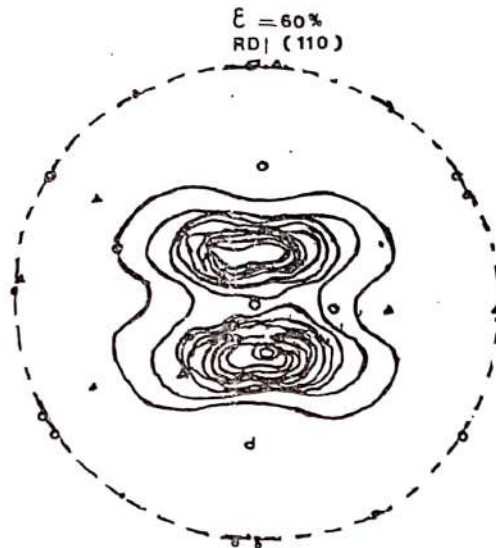
Gb. 3(a). $\epsilon = 40\%$ (austenit)



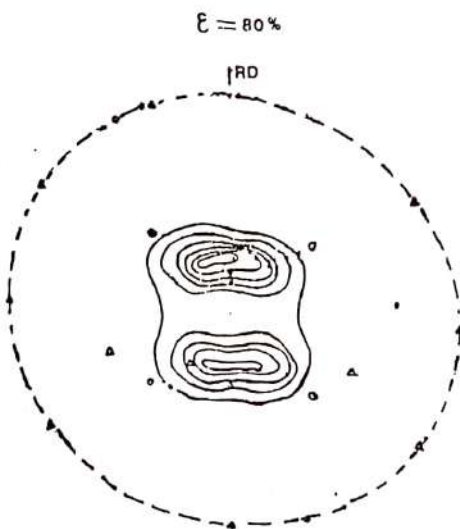
Gb. 3(b). $\epsilon = 40\%$ (martensit)



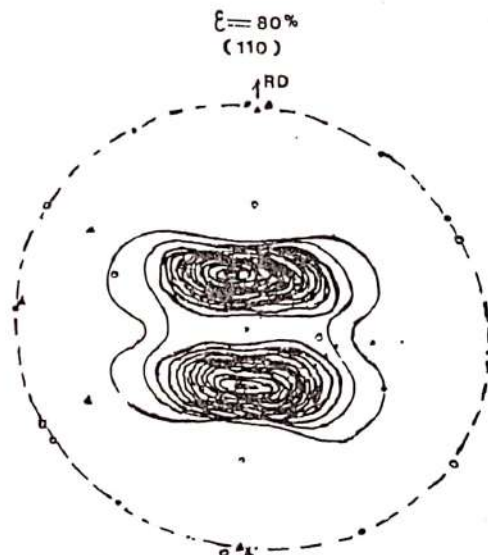
Gb. 4(a). $\epsilon = 60\%$ (austenit)



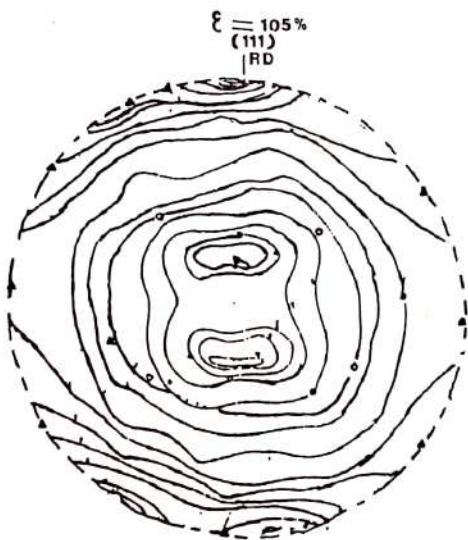
Gb. 4(b). $\epsilon = 60\%$ (martensit)



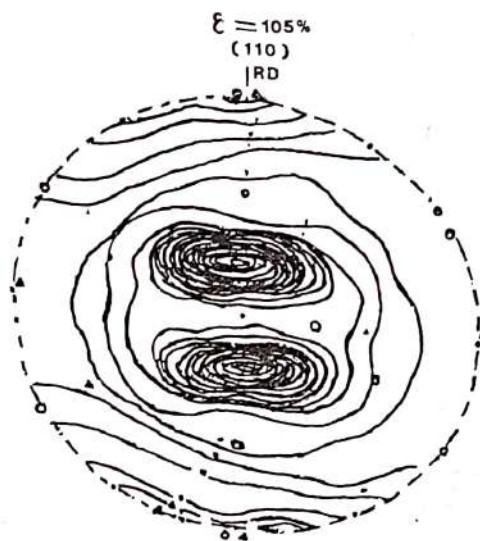
Gb. 5(a). $\epsilon = 80\%$ (austenit)



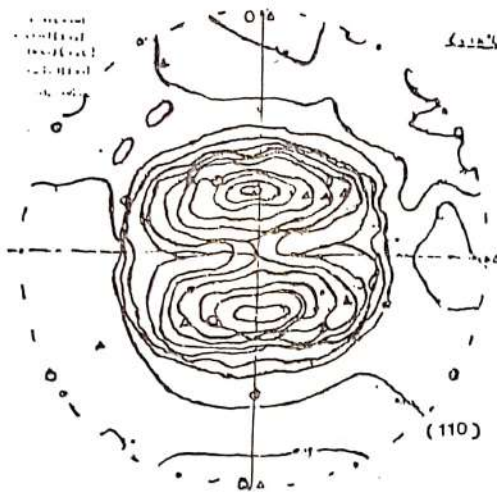
Gb. 5(b). $\epsilon = 80\%$ (martensit)



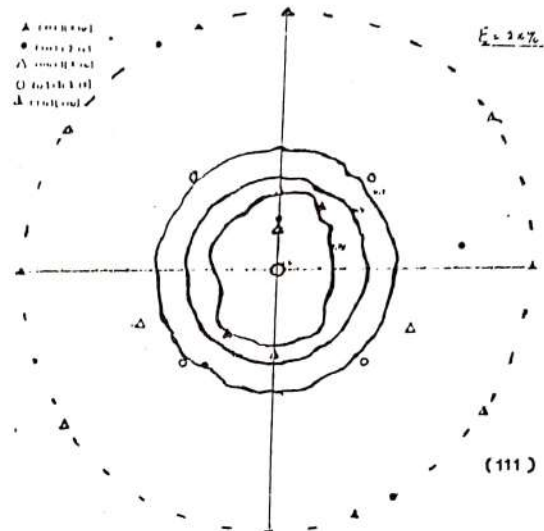
Gb. 6(a). $\epsilon = 105\%$ (austenit)



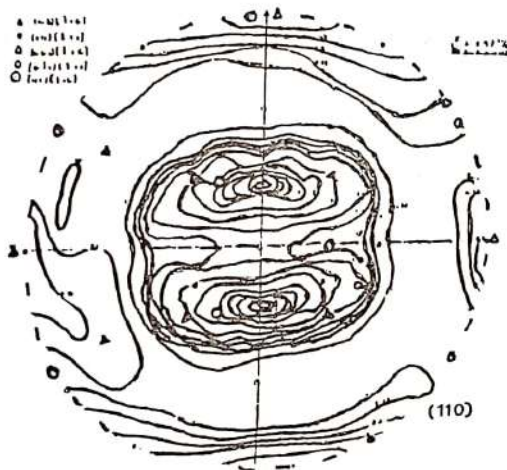
Gb. 6(b). $\epsilon = 105\%$ (martensit)



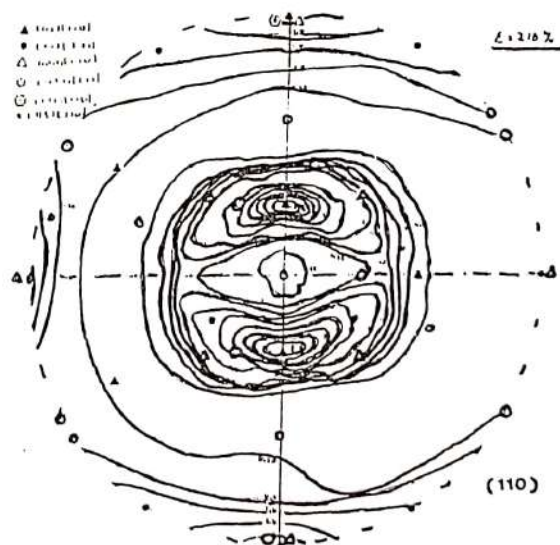
Gb. 7. $\varepsilon = 120\%$ (martensit)



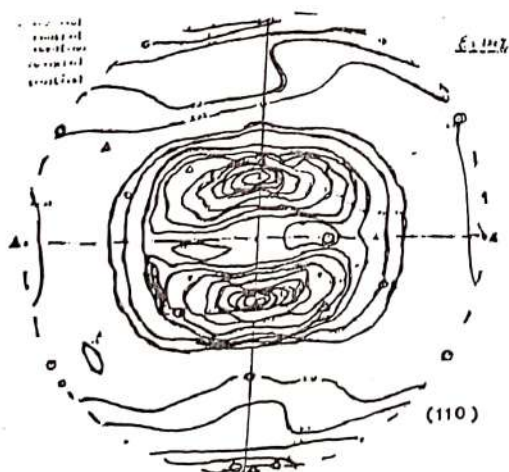
Gb. 10(a). $\varepsilon = 216\%$ (austenit)



Gb. 8. $\varepsilon = 147\%$ (martensit)



Gb. 10(b). $\varepsilon = 216\%$ (martensit)



Gb. 9. $\varepsilon = 182\%$ (martensit)