

TEKNOLOGI PEMBUATAN DAN PENGEMBANGAN BAJA TAHAN KARAT

III. SISTIM Fe - Cr - Ni

B. Widyanto &
Rochim Suratman *)

ABSTRAK :

Pengertian metalurgi tentang sistim Fe-Cr-Ni; dimulai dari diagram biner Fe-Cr sampai dengan sistim Fe-Ni untuk bermacam-macam kandungan Cr.

1. PENDAHULUAN :

Pada bagian pertama ⁽¹⁾ telah dibahas tentang perkembangan teknologi pembuatan baja-baja tahan karat dan proses-proses pembuatan baja tahan karat yang modern seperti proses AOD dan proses VOD.

Pada bagian kedua ⁽²⁾ telah diuraikan pula tentang jenis-jenis baja tahan karat yang didasarkan pada lima kelompok baja tahan karat. Disamping itu, dibicarakan pula sifat-sifat baja tahan karat; baik sifat-sifat mekanis maupun sifat-sifat ketahanan terhadap korosi pada lingkungan yang berbeda-beda.

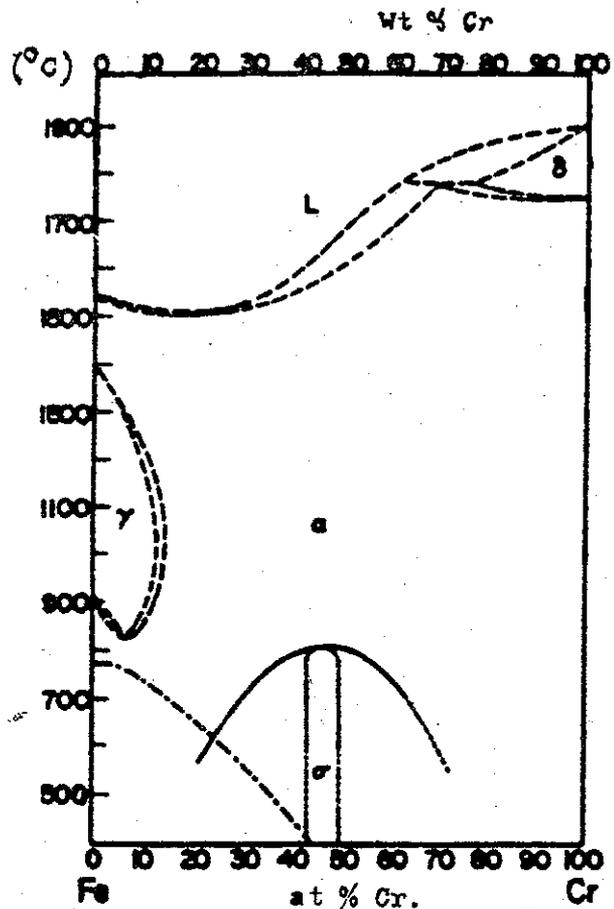
Dalam bagian ketiga ini, akan dibahas secara singkat pengertian metalurgi tentang sistim Fe-Cr-Ni; dimana ruang lingkup pembahasannya meliputi diagram-diagram biner dari sistim Fe-Cr sampai dengan sistim Fe-Ni untuk bermacam-macam kandungan Cr.

2. DIAGRAM BINER Fe-Cr :

Untuk memperoleh gambaran tentang struktur yang akan diperoleh, transformasi-transformasi fasa yang mungkin dan sifat-sifat dari baja tahan karat diperlukan suatu pengetahuan yang luas tentang diagram fasa.

Diagram fasa dari paduan besi (Fe) dan krom (Cr) ditunjukkan pada gambar 1. Diagram ini beserta modifikasinya (karena pengaruh dari unsur-unsur pemuat yang lain seperti Ni, Mn, Mo) merupakan dasar bagi pembentukan paduan-paduan baja tahan karat. Diagram Fe-Cr ini memiliki dua kekhususan yang penting yaitu :

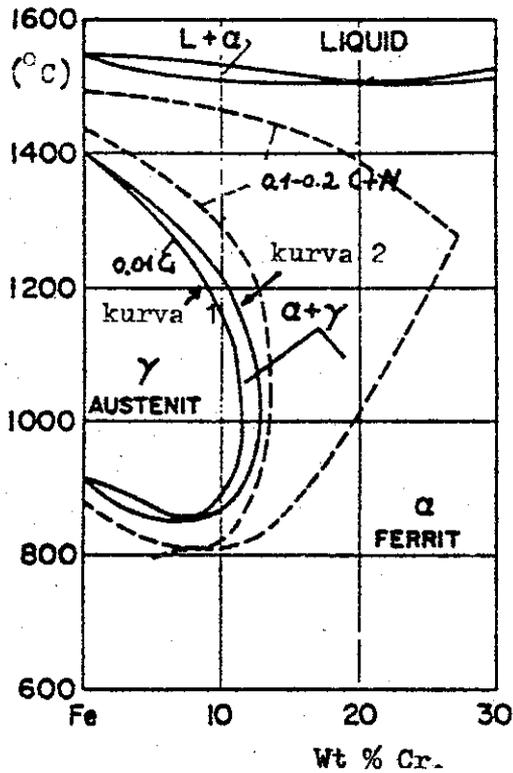
- Cr pada temperatur antara 860° dan 1390°C memperkecil daerah austenit.
- Cr pada temperatur sekitar 600-820°C dengan kandungan sekitar 45% membentuk senyawa logam Fe-Cr yang lebih dikenal dengan nama fasa γ . Pada gambar 2 ditunjukkan dengan lebih jelas pengaruh Cr terhadap Austenit pada temperatur-temperatur dimana fasa austenit tersebut terbentuk. Daerah yang dibatasi oleh dua garis kurva (garis kurva 1 dan 2) membagi diagram fasa tersebut menjadi tiga bagian yaitu :



Gambar 1 : Diagram biner Fe-Cr.

- Di dalam garis kurva yang pertama terdapat austenit yang merupakan fasa yang stabil sampai kandungan Cr-nya mencapai 11.5%. Kandungan Cr yang lebih rendah dari harga tersebut, selama proses pemanasan paduan-paduan akan mengalami transformasi dari α ke γ . Sebaliknya selama proses pendinginan akan terjadi transformasi dari γ ke α atau bahkan transformasi dari γ ke martensit bila proses pendinginannya dilakukan dengan cepat (dikejut).
- Disebelah kanan garis kurva yang kedua yaitu di atas 12,5%Cr transformasi alotropi tidak dapat berlangsung. Hal ini disebabkan karena fasa yang stabil di daerah ini melalui ferit (baik δ maupun α) sampai temperaturnya mencapai garis solidus.

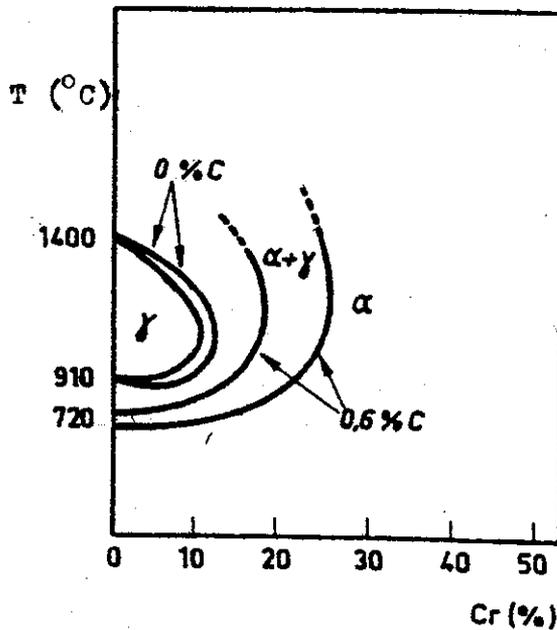
*) Lab. Metalurgi Jur : Mesin ITB.



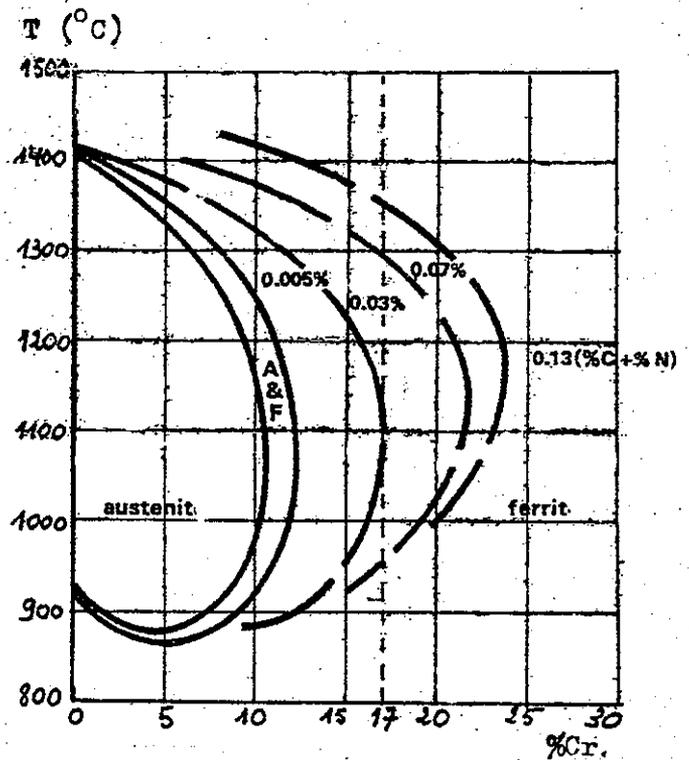
Gambar 2 : Detail dari diagram Fe-Cr.

c. Diantara kedua garis kurva tersebut terdapat struktur dua fasa α dan γ . Pada proses pendinginan, fasa tersebut akan bertransformasi menjadi ferit atau campuran ferit dengan martensit atau tetap (α dan γ).

Luas atau sempitnya daerah austenit ini sangat tergantung oleh penambahan unsur-unsur penyetabil austenit seperti : C, N, Ni dst (lihat gambar 3 dan 4). Unsur-unsur ini menggeser garis kurva γ ke arah



Gambar 3 : Pengaruh karbon pada austenit dalam sistem Fe-Cr.



Gambar 4 : Pengaruh C dan N terhadap pergeseran daerah dua fasa γ dan δ .

kandungan Cr yang lebih tinggi dan sekaligus juga memperluas daerah γ dan α .

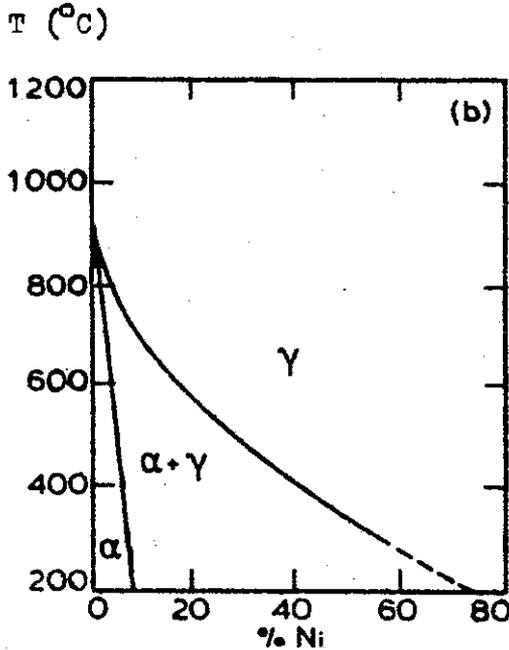
Jika kandungan C meningkat sampai dengan 0,6%, maka kelarutan Cr dalam austenit akan meningkat sampai mencapai 18%. Jika kandungan C dan N berjumlah sekitar 0,1 – 0,2% maka daerah dua fasa α dan γ menjadi lebih lebar (sampai sekitar 25 – 27%Cr). Sedangkan kelarutan Cr pada austenit tidak banyak berubah (13%).

Pengaruh yang lain dari peningkatan kandungan C adalah terbentuknya karbida-karbida yang kompleks dengan besi dan krom seperti : $(Fe, Cr)_3C$, $(Fe, Cr)_7C_3$; dan untuk kandungan Cr yang lebih tinggi $(Fe, Cr)_{23}C_6$.

Dari diagram fasa ini pula, tampak jelas kompleksitas dari kelakuan termal baja-baja krom. Misalnya, antara baja-baja yang martensitik (contoh: baja Cr dengan kandungan Cr 13% dan kandungan C lebih besar dari 0,15%; dimana pada temperatur 1000°C fasanya adalah austenit) dan baja-baja feritik dengan kandungan Cr yang tinggi (misalnya 25%) terdapat suatu daerah yang luas dari komposisi-komposisi paduan yang menunjukkan fasa campuran γ dan δ . Dalam hal ini, struktur yang mungkin pada temperatur kamar adalah ferit (δ dan α), ferit dan karbida atau ferit dan martensit. Struktur-struktur yang akan diperoleh sudah tentu tergantung pada temperatur austenisasi, temperatur Ms dan kecepatan pendinginan.

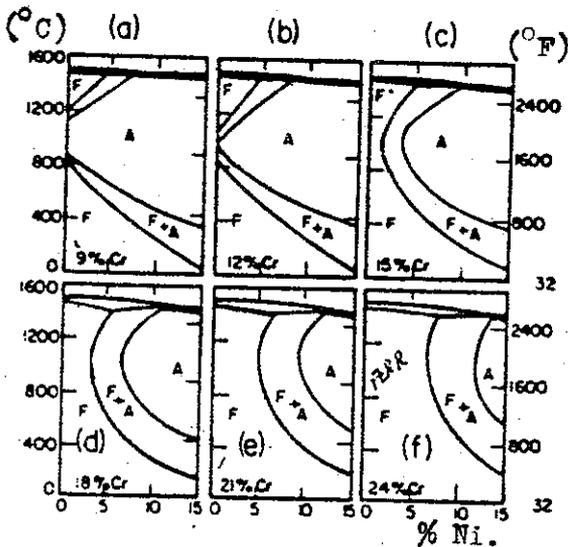
3. DIAGRAM-DIAGRAM Fe-Ni, Fe-Cr DAN Fe-Cr-Ni :

Meningkatkan kandungan Ni pada besi akan memperluas daerah austenit sampai ke temperatur-temperatur yang lebih rendah (lihat gambar 5).



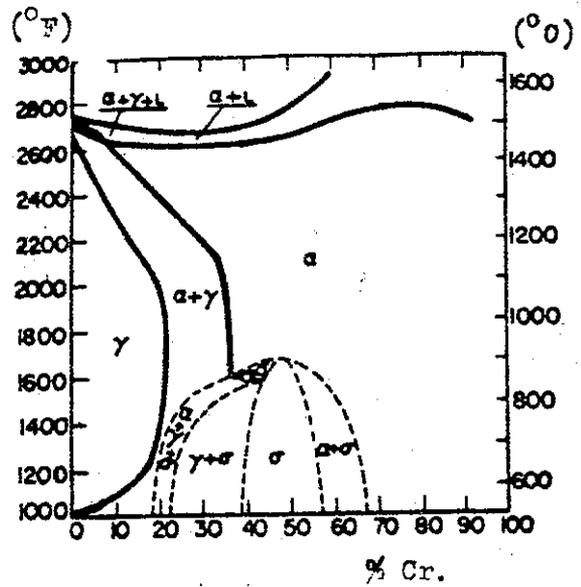
Gambar 5 : Detail dari diagram Fe-Ni.

Dalam paduan terner Fe-Cr-Ni, unsur-unsur penstabil austenit seperti Ni menetralkan pengaruh unsur-unsur penstabil ferit seperti Cr (lihat gambar 6)



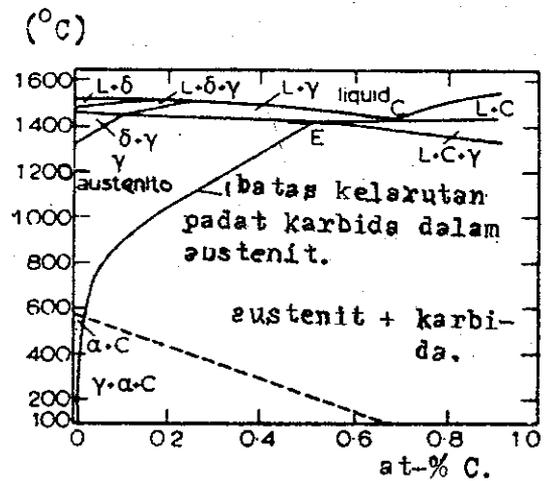
Gambar 6 : Bagian-bagian dari Sistem Fe-Cr-Ni pada kandungan Cr yang tetap (9, 12, 15, 18, 21 dan 24%Cr).

sehingga mulai dari kandungan Ni sekitar 7 – 8%; paduan Fe-18Cr-8Ni pada temperatur kamar memiliki struktur austenit (lihat gambar 7).



Gambar 7 : Diagram fasa Fe-Cr dengan 8% Ni.

Dari diagram kesetimbangan pada gambar 7, dan 8 terlihat bahwa struktur austenit yang stabil



Gambar 8 : Diagram kesetimbangan Fe-18Cr-8Ni sebagai fungsi dari kandungan karbon.

pada paduan Fe-18Cr-8Ni hanya dapat diperoleh pada temperatur di atas 600°C. Tetapi dalam kenyataannya stabilitas dari fasa austenit sangat besar sehingga setelah suatu proses pendinginan yang cepat dari temperatur 1000 – 1100°C; struktur tersebut pada temperatur kamar masih utuh. Hal ini dimungkinkan karena adanya unsur penstabil austenit yang kuat (Ni) dan unsur-unsur yang lain seperti : C, N, Mn dan bahkan juga disebabkan oleh adanya Cr; suatu hal yang kedengarannya sangat bertentangan dengan uraian sebelumnya. Namun hal

tersebut sebenarnya tidak bertentangan karena unsur Cr sangat menentukan sekali posisi batas antara γ dan $\alpha + \delta$. Disamping itu, Cr bersama-sama dengan unsur-unsur pepadu yang lain juga menurunkan temperatur M_s yang mengakibatkan utuhnya fasa austenit, baik dalam baja-baja Cr-Ni maupun dalam baja-baja duplek austenitik-feritik setelah mengalami proses pendinginan sampai ke temperatur kamar. Pemanasan dari baja 18-8 sampai temperatur 600°C dan bahkan dibiarkan untuk suatu jangka waktu tertentu pada temperatur tersebut tidak akan menyebabkan fasa austenit mengurai menjadi α dan γ . Demikian pula dalam proses pendinginan, tetapi dengan kecepatan pendinginan yang tinggi sampai ke temperatur kamar, struktur yang akan diperoleh adalah struktur austenit yang stabil dan homogen tanpa timbul karbida-karbida.

Pada temperatur 1000°C , kelarutan C dalam austenit mencapai 0,15%. Kelarutan karbon ini sangat cepat menurun dengan turunnya temperatur. Sehingga pada temperatur kamar kelarutan C ini mencapai kurang dari 0,02%. Hal ini mengakibatkan bahwa suatu pendinginan yang lambat antara 900°C dan 500°C ; atau mendinginkan secara isotermis pada daerah temperatur ini akan senantiasa menghasilkan presipitasi karbida-karbida yang sangat merugikan terhadap ketahanan korosi dan keuletannya.

Aspek yang lain dari stabilitas austenit pada baja-baja Cr-Ni senantiasa dihubungkan dengan transformasi-transformasi yang mungkin yang dapat dialami oleh austenit, baik pada proses pendinginan sampai ke temperatur yang sangat rendah maupun pada suatu proses deformasi plastis.

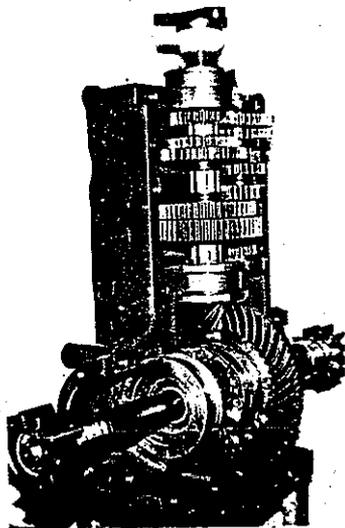
Transformasi dari austenit ke martensit yang disebabkan karena suatu proses pendinginan dengan kecepatan pendinginan yang tinggi sampai ke temperatur yang lebih rendah dari M_s maupun yang disebabkan oleh suatu proses deformasi plastis (melakukan proses deformasi di bawah temperatur M_d) merupakan sifat yang khas dari baja-baja Cr-Ni dengan kandungan Ni yang lebih rendah dari 10%. Aspek-aspek ini akan diuraikan secara lebih luas pada pembahasan transformasi ke martensit dari baja-baja tahan karat austenitik.

DAFTAR PUSTAKA :

1. B. Widyanto dan Rochim Suratman, Sejarah pengembangan dan teknologi pembuatan baja-baja tahan karat, Mesin, 1, 2, 1982.
2. B. Widyanto dan Rochim Suratman, Jenis-jenis baja tahan karat, Mesin, 3, 4, 1982.
3. "Metals Handbook" Vol. I edisi 8, ASM, Metals Park, Ohio 1975.



barata indonesia



P.T. (PERSERO)

BERGERAK DI BIDANG-BIDANG :

- Instalasi Mesin & Listrik
- Konstruksi Baja & Sipil
- Pengecoran
- Manufacturing :
 - Mesin Gilas Jalan
 - Mesin Pemasak
 - Mesin Pemecah Batu

PABRIK-PABRIK/CABANG/PERWAKILAN :

Surabaya, Jakarta, Gresik, Tegal, Semarang, Sukabumi, Bandung, Cilegon, Medan, Padang, Palembang, Banjarmasin, Samarinda, Ujungpandang.

KANTOR PUSAT : Jl. Kapten P. Tendean No. 12 - 14A Jakarta Selatan
Telpon : 795708 (3 Sal) Telex : 47316 barata ia

Kotak Pos No. 190/KBY.