

**LAPORAN PRESENTASI
TENTANG DIAGRAM TTT**



Oleh:
RICKY RISMAWAN : 020571
DADAN SYAEHUDIN :022834

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2004**

DIAGRAM TTT (Time Temperature Transformation)

A. Definisi dan Tujuan

Diagram TTT adalah suatu diagram yang menghubungkan transformasi austenit terhadap waktu dan temperature. Jika dilihat dari bentuk grafiknya diagram ini mempunyai nama lain yaitu diagram S atau diagram C. Proses perlakuan panas bertujuan untuk memperoleh struktur baja yang diinginkan agar cocok dengan penggunaan yang direncanakan. Struktur yang diperoleh merupakan hasil dari proses transformasi dari kondisi awal. Proses transformasi ini dapat dibaca dengan menggunakan diagram fasa namun untuk kondisi tidak setimbang diagram fasa tidak dapat digunakan, untuk kondisi seperti ini maka digunakan diagram TTT. Melalui diagram ini dapat dipelajari kelakuan baja pada setiap tahap perlakuan panas, diagram ini juga dapat digunakan untuk memperkirakan struktur dan sifat mekanik dari baja yang *diquench* dari temperatur austenitisasinya kesuatu temperatur dibawah A_1 . diagram ini menunjukkan dekomposisi austenit dan berlaku untuk macam baja tertentu. Baja yang mempunyai komposisi berlainan akan mempunyai diagram yang berlainan, selain itu besar butir austenit, adanya inklusi atau elemen lain yang terkandung juga mempunyai pengaruh yang sama.

B. Diagram TTT untuk baja eutektoida (0.8%C)

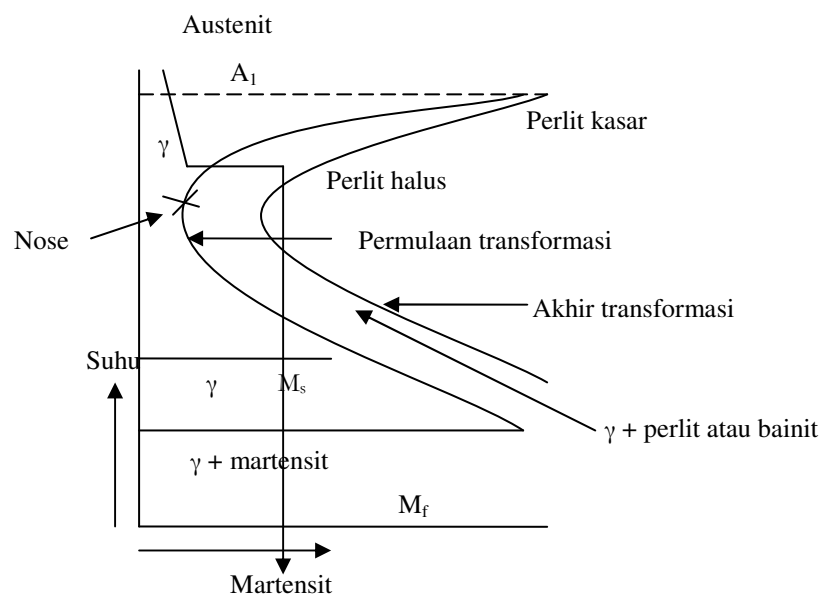
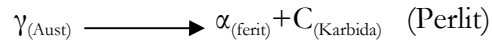


Diagram TTT untuk baja eutektoida (0.8%C)

Gambar diatas menunjukkan suatu transformasi dari baja etektoida yang mempunyai dekomposisi normal austenit sebagai berikut:



Bila baja tersebut kita dinginkan cepat sampai dibawah A_1 dan dibiarkan beberapa saat (± 30 detik pada 1250°F) sedemikian rupa jatuh pada daerah dimana perlit baru sebagian terjadi, kemudian dilanjutkan segera dengan *quench* maka akan terjadi struktur perlit dan martensit sebagian. Martensit ini adalah hasil transformasi isothermis sebagian austenit pada suhu diatas tadi. Lamanya baja berada pada suhu dibawah A_1 akan menentukan banyaknya pembentukan perlit atau bainit, dan menentukan jumlah austenit sisa yang membentuk martensit setelah quench. Dengan kata lain perkataan proses pembentukan perlit/bainit pada suhu tersebut terhenti pada saat quenching.

Garis sebelah kiri menunjukkan saat setelah berapa lama dimulai transformasi dan garis sebelah kanannya adalah akhir transformasi (100%) pada tiap-tiap suhu. Dilihat dari bentuk kurva maka untuk suhu diatas 1000°F , makin rendah suhu pembentukkan phase (perlit) lebih cepat dan dibawah 1000°F sampai dengan $\pm 500^\circ\text{F}$ makin rendah suhu, makin lama untuk pembentukkan phase (disini terjadi struktur bainite).

Dengan demikian pembentukan martensit bisa terjadi dengan pendinginan cepat dari setiap suhu tertentu bilamana waktu lama pada suhu-suhu tersebut berada disebelah kiri garis kurva kanan. Paling cepat terjadinya transformasi ke phase perlit/bainit adalah pada suhu sekitar 1000°F (merupakan “nose” dari kurva).

Makin pendek lamanya baja tersebut dibiarkan pada suhu tertentu, makin besar jumlah austenit dan makin besar pula jumlah martensit yang terbentuk setelah quenching. Dari diagram, cenderung tidaklah mungkin memperoleh martensit dengan membiarkan baja tersebut pada suhu tertentu (konstan) untuk waktu yang sangat lama.

Kembali pada pembicaraan semula, dekomposisi austenit dapat menghasilkan spherodite, perlit, bainit atau martensit, dan mungkin juga diperoleh campuran. Tempering dari struktur martensit juga bisa merubah menjadi spherodite, “tempered martensite” (atau “sorbite) atau martensit dengan “secondary troostite”.

Baja dengan struktur martensit mempunyai sifat magnetis dan cocok untuk

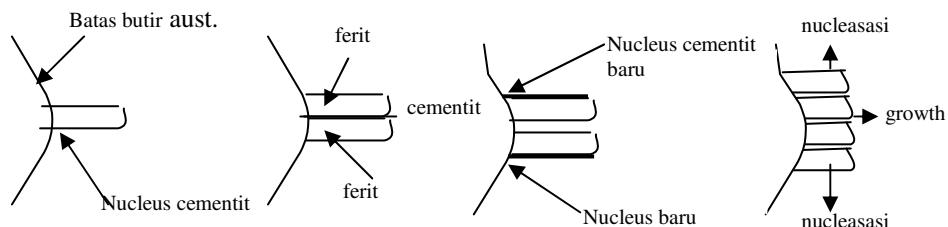
permanent magnet. Dalam pemakaian teknis baja martensit di-temper untuk memperoleh sifat ductile dan toughness. Proses temper dipilih menurut keperluan optimasi antara kekuatan (hardness) dan ketangguhan.

C. Reaksi Perlit dan Bainit

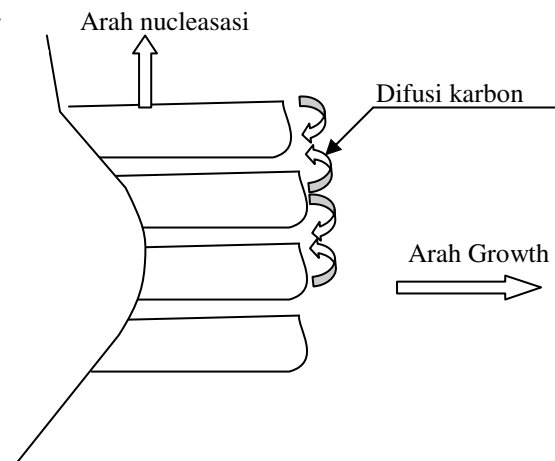
Perlit adalah struktur eutektoida 0.8%C yang terdiri dari fase ferit yang diselingi dengan lapisan-lapisan karbida cement (Fe_3C). sedang bainit adalah konstitusi mikro campuran fase karbida dan fase ferit (ferrite-cementite-aggregate).

Dari diagram TTT perlit dan bainit terbentuk pada suhu konstan (isothermal) dari fase austenit pada suhu diantara A_1 dan dibawah "nose". Bila austenit didinginkan cepat sampai pada suhu ini, perlit belum terbentuk, baru beberapa saat dibiarkan pada suhu ini akan mulai terbentuk (gejala seperti recrystalisasi dari cold worked metal).

Dekomposisi dimulai dari nucleus cementit yang nantinya membentuk nodul dari ferit, ini terjadi pada boundary kristal austenit atau pada inklusi. Nucleasasi (pengintian) dan growth (pertumbuhan) dan terjadinya perlit terlihat pada gambar dibawah.



Sedang pada gambar dibawahnya, adalah menunjukkan arah nucleasasi, growth dan difusi karbon. Nodul perlit terbentuk terdiri dari plat-plat ferit yang diselingi dengan pelat-pelat cementit.



Pada suhu lebih rendah maka waktu untuk pertumbuhan berkurang sehingga pelat-pelat cementit dan perit menjadi tipts dan hal ini memberikan gejala meningkatkan kekerasan. Gejala bertambahnya kekerasan karena suhu dekomposisi austenit yang rendah, sama pada pembentukan bainit.

Pada suhu dekomposisi austenit pada daerah “nose” akan menghasilkan campuran perlit dan bainit dalam periode waktu tertentu. Lebih rendah dari suhu ini (dan masih diatas suhu M_s) akan dihasilkan “bainite”. Jadi yang mempengaruhi pembentukan bainite adalah suhu dimana austenit akan dekomposisi isothermis.

Pada suhu yang lebih tinggi (pada daerah antara “nose” dan M_s) dibawah nose, akan terbentuk mikrostruktur bainite “feather like” yang disebut “high bainite” atau “upperbainite”. Pada suhu yang lebih rendah akan terbentuk mikrostruktur bainite “needle-like” atau bainite “acicular”, atau disebut “low bainite”.

Struktur bainite ini pada umumnya campuran ferit dan carbida yang mengelompok bersama yang terbentuk melalui pengintian perit.

Diagram TTT dari baja paduan biasa mempunyai 2 buah nose yaitu nose untuk pembentukan perlit dan nose untuk pembentukan bainit. Dalam hal ini bisa terjadi bainit pada waktu *quenching*, sedang untuk baja carbon struktur bainite baru terjadi dengan proses isothermis.

D. Reaksi Martensit

Dalam diagram TTT, sumbu horizontal adalah sumbu yang menunjukkan waktu yang diperlukan bagi perubahan transformasi austenit pada setiap suhu (dalam sumbu vertikal) , atau keadaan transformasi pada setiap perubahan suhu persatuan waktu (kecepatan pendinginan) pada proses pendinginan. Kecepatan pendinginan makin lambat (kecil) makin besar waktu yang ditunjukkan dalam sumbu tersebut, atau makin kekanan dalam diagram, dan sebaliknya. Kecepatan pendinginan terkecil untuk memperoleh martensit ditentukan oleh posisi “nose” dari diagram “S”. martensit akan diperoleh pada setiap kecepatan pendinginan yang sedemikian rupa tidak memotong diagram S tersebut. Kecepatan pendinginan yang terendah untuk menghasilkan martensit (menyinggung nose) disebut kecepatan pendinginan kritis (*critical cooling rates*). Kecepatan pendinginan kritis ini tergantung dari posisi nose berhubungan erat dengan sumbu waktu (waktu yang diperlukan untuk transformasi) dan ini ditentukan oleh komposisi, *grain size*, dan kondisi austenit sebelum quenching,

yang semua ini tergantung dari macam baja.

Bilamana kecepatan pendinginan lebih cepat dari kecepatan kritis maka transformasi austenit menjadi martensit terjadi pada garis M_s (martensit start). Pada suhu ini martensit terbentuk kira-kira 1% lebih rendah dari suhu M_s jumlah martensit bertambah sampai pada garis suhu M_f (martensit finish) dengan 99% martensit. Sesuai dengan garis M_s dan M_f yang paralel horizontal terhadap sumbu waktu, maka untuk kecepatan pendinginan yang lebih besar dari kecepatan kritis pembentukan tidak banyak tergantung lagi dari waktu atau kecepatan pendinginan. Bilamana austenit didinginkan sampai pada suhu diantara M_s dan M_f dan dibiarkan pada suhu ini (isothermally colled) maka austenit yang belum menjadi martensit akan menjadi bainit.

Beberapa unsur seperti carbon dan unsur-unsur paduan lainnya (kecuali Codan Al) mempengaruhi garis M_s dan M_f . Bila kadar carbon dalam baja naik M_s akan turun, begitu juga unsur-unsur paduan baja tersebut mempunyai pengaruh yang sama. Pengaruh terhadap suhu M_f menunjukkan gejala yang mirip.

Bila suatu baja mempunyai komposisi kimia sedemikian rupa mempunyai M_s diatas suhu kamar dan M_f dibawah suhu kamar, maka pada proses dekomposisi austenit tersebut, pada suhu kamar masih terdapat phase austenit (retained austenit). Hal ini sering terjadi pada *heat-treatment high-speed tool steel* dan memungkinkan terjadinya retak. Untuk ini proses dekomposisi dengan metode *deep-freezing* (dibawah M_f dan jauh dibawah suhu kamar) diperlukan.

Martensit terbentuk tanpa adanya carbon (carbida cement), seluruh karbon yang tadinya berada larut dalam γ -iron masih terlarut interstisi dalam α -iron. Adanya atom-atom carbon interstisi ini, lattice martensit merupakan body-centered-tetragonal. Reaksi martensit yang terjadi pada pendinginan cepat adalah transformasi tanpa pengintian (nukleisasi), pertumbuhan dan difusi carbon, dan komposisi kimia terlarut dari martensit adalah sama dengan komposisi pada keadaan larutan padatnya.