

ANALISIS KOMPONEN KATUP REGULATOR ALIRAN GAS BUATAN LOKAL

Mohammad Dani dan Nurdin Effendi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Iptek Bahan-BATAN
Puspipstek, Serpong -Tangerang 15314

ABSTRAK

ANALISIS BAHAN KOMPONEN KATUP REGULATOR ALIRAN GAS BUATAN LOKAL. Telah dilakukan penelitian strukturmikro dan uji kekerasan bahan komponen katup untuk mengatur aliran *outlet* gas yang dibuat didalam negeri. Bahan diiris dalam arah kedalam. Uji kekerasan dilakukan dengan skala Vickers. Pengamatan dengan mikroskop optik setelah dilakukan pemolesan merupakan pemeriksaan awal. Pengujian dilanjutkan dengan kombinasi SEM, EPMA, dan XRF secara simultan. Hasilnya menunjukkan bahwa bahan ini *bulk* austenitik yang memiliki strukturmikro *dendritik seluler* dengan kekerasan yang relatif tinggi. Unsur dominan bahan dasar adalah Fe, dan unsur tambahan adalah Ni, Cr, dan Mn, dengan konsentrasi yang cukup untuk membentuk austenitik Fe-Cr-Ni. Selain itu bahan juga mengandung unsur Cu dan Al. Dari pengamatan mudahnya sampel terkena korosi, diduga bahan mengandung sedikit fasa martensitik.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE GAS FLOW OUTLET REGULATOR VALVE OF THE LOCAL MADE. The microstructure and hardness testing of the local made gas flow outlet regulator valve for the electric power plant has been carried out. The materials was cut in the inner direction. Hardness testing was carried out at the surface by vickers method. After polishing it was observed by optical microscope, as an initial observation. The observation was continued by the combination of SEM, EPMA, and XRF simultaneously. The result shows that the material bulk has the austenitic type with the celluler dendritic microstructure, and it has the relative high hardness. The base element is Fe, and the ultimate added elements are Ni, Cr, and Mn respectively, with the high concentration so that performed austenitic type Fe-Cr-Ni. Beside that it contains also elements of Cu, and Al. Due to the sampel is easy to be corroded, it is estimated that there is a little bit of martensitic phase.

1. PENDAHULUAN

Perlu dikemukakan bahwa alasan dasar dilakukannya penelitian ini adalah untuk merespons adanya sampel yang dikirimkan oleh PLN; sampel tersebut merupakan komponen pengatur katup aliran gas PLTU Suralaya. Komponen ini merupakan komponen buatan dalam negeri. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah pada akhirnya untuk studi banding dengan komponen buatan impor, dan sasarannya adalah memberikan saran pada produk komponen buatan lokal [1]. Dari cara kerjanya yang mengalami gesekan saat dioperasikan, maka uji kekerasan pada *bulk* serta permukaan sampel beserta komposisinya merupakan bagian yang penting untuk diteliti. Sedangkan hasil pengamatan mikroskop optik sebagai pemeriksaan awal menunjukkan bahwa secara rata-rata fasa berupa *bulk* homogen, disertai alur-alur dengan bentuk *dendritik seluler* yang menandakan bahwa bahan merupakan hasil cor, yang diduga telah mengalami perlakuan panas. Pemeriksaan ini dilanjutkan dengan SEM guna memperjelas hasil pengamatan mikroskop optik. Untuk mendeteksi komposisi unsur-unsur penyusunnya secara kualitatif dan kuantitatif maka dilakukan pemeriksaan dengan EPMA dan XRF secara simultan.

2. METODA EKSPERIMEN

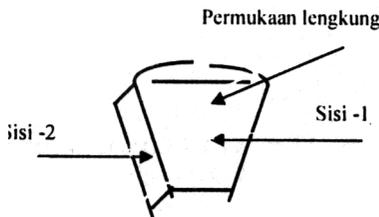
Setelah sampel diiris dengan arah kedalam, lalu dipoles sampai dengan grit 1800 atau 2000. Kemudian pemolesan dilanjutkan dengan menggunakan *polishing cloth* dengan pelumas pasta alumina atau silikon dan setelah itu sampel *dietsa*. Setelah proses ini selesai, pada sampel dilakukan uji kekerasan dengan skala Vickers, dengan alat indentasi bermerek LEITZ type Wetzlar seri 721464 mini load. Pengujian kekerasan dilakukan mulai dari bagian permukaan lengkung hingga masuk kedalam dengan beberapa titik indentasi. Jarak periodik antara titik-titik indentasi ini dari satu titik terhadap titik terdekatnya adalah 100 μm . Pengujian dilakukan satu kali, tanpa pengulangan; pengujian serupa juga dilakukan terhadap sisi permukaan lengkung satu kali. Pengujian ini dilakukan di P2TBDU BATAN.

Pemeriksaan strukturmikro pendahuluan dilakukan dengan mikroskop optik type Nikon UFX-DX yang bernomor seri lensa 512752, dengan transformer model UN, buatan Jepang. Pemeriksaan ini dilakukan di P3IB-BATAN.

Kemudian pemeriksaan kombinasi simultan dengan SEM untuk melihat strukturmikronya dengan perbesaran lain, serta EPMA dan XRF guna pemeriksaan

unsur-unsur dilakukan di Puslitbang Metalurgi LIPI. Peralatan SEM dan EPMA yang digunakan adalah Shimadzu type 8705, sedang peralatan XRF yang digunakan adalah type VG-208R. Pada masing-masing pemeriksaan dengan SEM, EPMA, dan XRF, sampel yang telah dipersiapkan dimasukkan pada *sample holder*, kemudian dieksekusi.

Gambaran irisan sampel kurang lebih dapat dinyatakan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Letak posisi salah satu sisi pada irisan sampel dimana pengujian (pemeriksaan) dilakukan

3. HASIL-HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari data uji kekerasan dinyatakan dalam Tabel-1 dan Tabel-2. Tabel-1 menyatakan hasil uji kekerasan pada salah satu sisi tertentu. Tabel-2 menyatakan hasil uji kekerasan pada sisi permukaan atas, bagian lengkung (Gambar 1).

Tabel 1. Pengujian baja tanpa lapisan penguatan pada salah satu sisi irisan kedalam yang datar. (H_1 =kekerasan rata-rata dari diagonal indentasi) H_{11} = konversi kekerasan dari d_1 , H_{12} = konversi kekerasan dari d_2 .

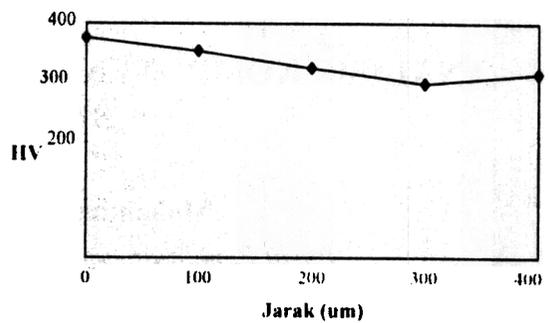
| No | $d_1(\mu\text{m})$ | H_{11} | $d_2(\mu\text{m})$ | H_{12} | H_1 | Jarak (μm) |
|----|--------------------|----------|--------------------|----------|-------|-------------------------|
| 1 | 21,5 | 401 | 23,0 | 351 | 376 | 400 |
| 2 | 24,5 | 309 | 215 | 401 | 355 | 300 |
| 3 | 25,0 | 297 | 23,0 | 351 | 324 | 200 |
| 4 | 26,0 | 274 | 24,0 | 322 | 298 | 100 |
| 5 | 24,0 | 322 | 23,5 | 309 | 315.5 | 0 |

Tabel 2. Pengujian Baja Tanpa Lapisan Penguatan pada permukaan lengkung (H_2 = kekerasan rata-rata dari diagonal indentasi) H_{21} = konversi kekerasan dari d_1 , H_{22} = konversi kekerasan dari d_2 .

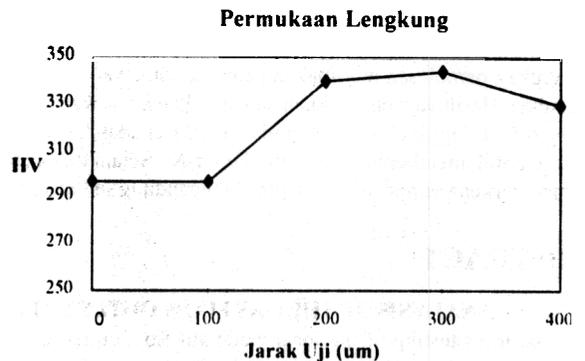
| No | $d_1(\mu\text{m})$ | H_{21} | $d_2(\mu\text{m})$ | H_{22} | H_2 | Jarak (μm) |
|----|--------------------|----------|--------------------|----------|-------|-------------------------|
| 1 | 25,0 | 297 | 25,0 | 297 | 297 | 400 |
| 2 | 24,5 | 309 | 25,5 | 285 | 297 | 300 |
| 3 | 25,0 | 297 | 22,0 | 383 | 340 | 200 |
| 4 | 23,0 | 351 | 23,5 | 336 | 343.5 | 100 |
| 5 | 24,5 | 309 | 23,0 | 351 | 330 | 0 |

Data kekerasan setelah diolah memberikan nilai kekerasan rata-rata (H_1), pada Tabel 1. Hasil data-data uji kekerasan ini diplot sebagai grafik dalam Gambar 2. Gambar 3 merupakan hasil pengolahan data dari Tabel 2.

Dari Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa grafik kekerasan pada salah satu sisi tidak seluruhnya homogen melainkan bervariasi karena adanya fluktuasi, yaitu mula-



Gambar 2. Hasil uji kekerasan pada salah satu sisi, yaitu yang disebut sisi pertama. Pengujian dilakukan sebanyak satu kali dalam skala Vickers. Jarak antar titik-titik indentasi sebesar 100 μm .



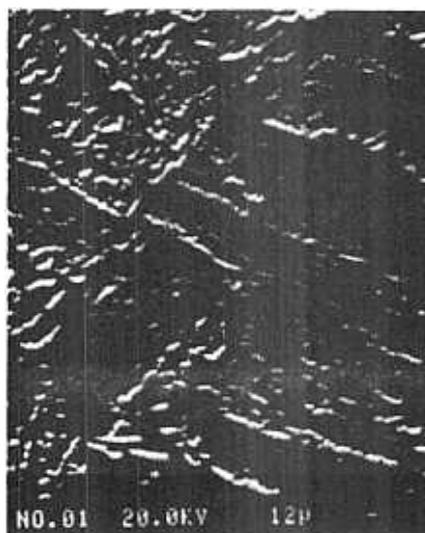
Gambar 3. Hasil uji kekerasan pada permukaan lengkung. Jarak antar titik-titik indentasi adalah 100 μm .

mula cenderung menurun secara gradual, dan kemudian sedikit menaik secara gradual. Sedang pada permukaan lengkung Gambar 3, kecenderungan ini adalah gradual menaik, dan kemudian menurun. Ini mungkin disebabkan karena titik pada bagian tengah indentasi merupakan titik yang permukaannya lebih tinggi dalam topografi kelengkungan yang tidak rata. Perbedaan yang diperoleh dari kedua pola indentasi Gambar 2 dan Gambar 3 diatas adalah bahwa kemungkinan indentasi pada permukaan lengkung adalah kurang teliti, mengingat bahwa permukaan luar dari sampel tidaklah rata, melainkan berbentuk bola bulat.

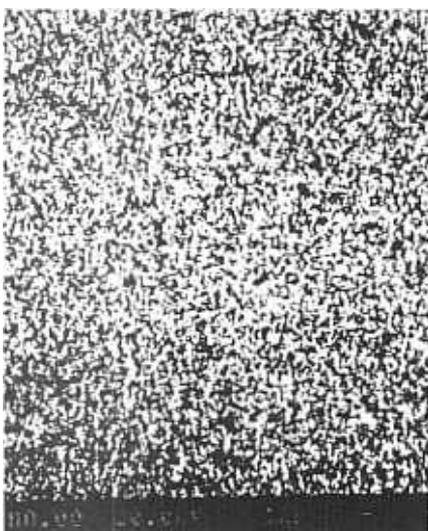
Gambar 4a merupakan gambar hasil pengamatan dengan mikroskop optik dengan perbesaran 200 kali; sedang Gambar 4b merupakan gambar pada permukaan yang sama dari Gambar 4a sebagai hasil dari pengamatan dengan SEM, dengan perbesaran sekitar 800 kali. Tampak bahwa kedua hasil pengamatan (Gambar 4a dan 4 b) adalah mirip satu sama lain. Pada Gambar 4a dimana terlihat adanya alur-alur berwarna hitam yang memanjang menyerupai alur-alur *dendritik seluler* [2,3,4], ternyata setelah diperiksa dengan SEM hanyalah merupakan alur-alur lembah topografi dengan bahan yang serupa dengan bahan disekitarnya; warna hitam pada gambar mikroskop optik hanya mengindikasikan adanya perbedaan topografi permukaan yang menimbulkan warna gelap. Alur-alur menyerupai *dendritik seluler* ini juga mengindikasikan bahwa bahan memiliki struktur cor [2,3].



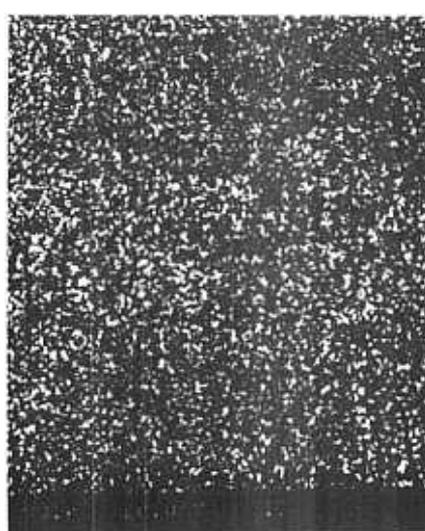
Gambar 4a.



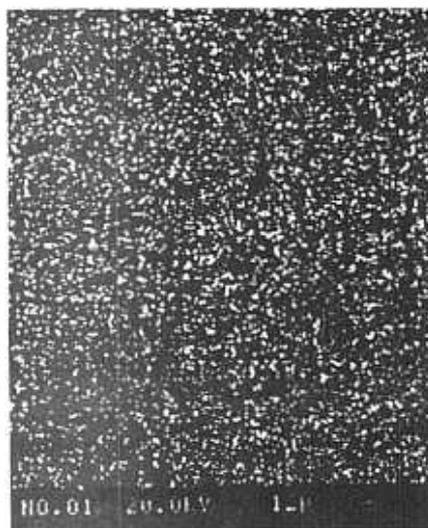
Gambar 4b.



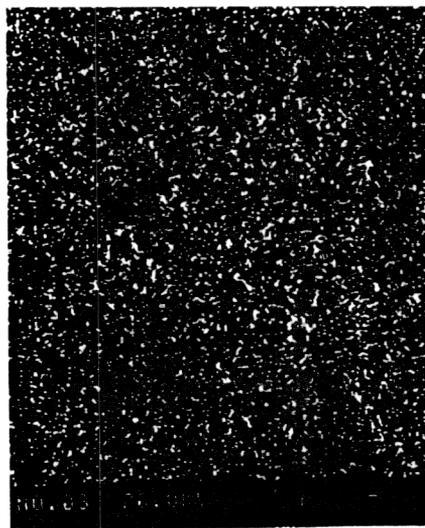
Gambar 5a. Sebaran unsur-unsur Fe



Gambar 5b. Sebaran unsur-unsur Ni



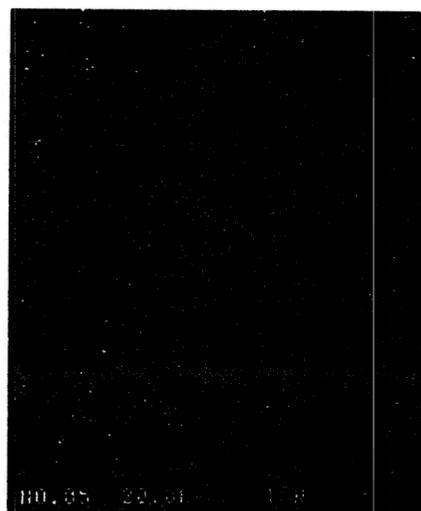
Gambar 5c. Sebaran unsur-unsur Cr



Gambar 5d. Sebaran unsur-unsur Mn



Gambar 5e. Sebaran unsur-unsur Cu



Gambar 5f. Sebaran unsur-unsur Al

Hasil pemeriksaan unsur-unsur bahan ini dengan EPMA masing-masing disajikan dalam Gambar 5a s/d 5f. Selain itu hasil pemeriksaan unsur-unsur bahan ini dengan XRF yang dilakukan secara bersamaan, disajikan dalam Gambar 6.

Gambar-gambar 5a, 5b, 5c, 5d, 5e dan 5f adalah hasil foto EPMA, yang masing-masing menggambarkan sebaran kerapatan unsur-unsur yang ada, yaitu berturut-turut dari yang tertinggi hingga yang terendah kerapatannya yaitu Fe, Ni, Cr, Mn, Cu, dan Al pada setiap bagian yang mewakili bahan.

Berdasar dari data kerapatan *spot* intensitas cacahan dari foto-foto pada Gambar 5 ini maka dapat disimpulkan bahwa elemen-elemen dominan pada bahan dasar, secara ringkas dapat diuraikan pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Unsur-unsur penyusun bahan komponen dominan: urutan dari kiri kekanan menyatakan jumlah perkiraan unsur dengan konsentrasi terbesar secara kualitatif.

| Unsur | Fe | Ni | Cr | Mn | Cu | Al |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| Kualitatif | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

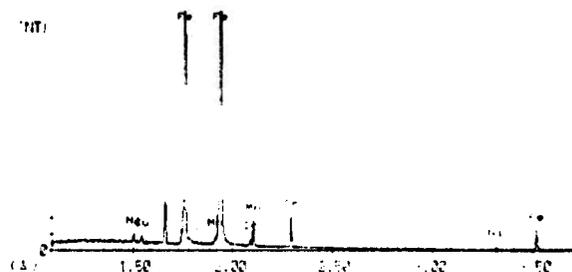
Tabel 3 menyatakan tingkat kerapatan unsur pada sampel secara kualitatif; dengan urutan dari kiri ke kanan. Dari penemuan unsur-unsur ini dimana unsur-unsur Fe, Ni, dan Cr dominan, maka dapat diduga bahwa bahan dasar komponen ini berupa baja jenis austenitik [4,5,6] karena adanya kemungkinan kombinasi sistem Fe-Ni-Cr; hal ini juga diperkuat dari hasil pemeriksaan dengan XRF; juga dari sifat mudahnya sampel yang dipreparasi ini terkena korosi, maka diduga bahan ini mengandung sedikit fasa martensitik.

Dari Gambar 5 terlihat semua komposisi unsur-unsur yang membangun bahan komponen katup ini. Dari data sinar-X ini tampak beberapa unsur pembangun yang dominan antara lain adalah Fe, Ni, Cr, dan Mn. Data semikuantitatif dari jumlah pencacahan ini dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Intensitas cacahan

| No | Unsur /Val | λ (Å) | P/Count | B/Count | I = P-B |
|----|----------------|---------------|---------|---------|---------|
| 1 | Fe K- α | 1,9411 | 22875 | 124 | 22750 |
| 2 | K- β 1 | 1,7604 | 5359 | 188 | 5171 |
| 3 | K- β 2 | 1,6620 | 588 | 93 | 495 |
| 4 | Ni K- α | 2,2945 | 401 | 44 | 357 |
| 5 | K- β 1 | 2,1066 | 344 | 64 | 280 |
| 6 | K- β 2 | 3,5187 | 242 | 15 | 227 |
| 7 | Cr K- α | 1,5037 | 183 | 110 | 73 |
| 8 | K- β 1 | 1,9147 | 165 | 114 | 51 |
| 9 | Mn K- α | 1,5429 | 157 | 103 | 54 |
| 10 | K- β 1 | 2,0898 | 125 | 66 | 59 |
| 11 | Cu K- α | 3,3204 | 35 | 13 | 22 |

Tampak dalam Gambar 6 hasil XRF ini dan juga dari Tabel 4, bahwa unsur Al sebagai unsur yang memiliki konsentrasi terendah yang dapat dideteksi dari hasil EPMA, tidak cukup untuk memunculkan data intensitas cacahan pada hasil XRF ini.



Gambar 6. Pendeteksian awal unsur-unsur yang ada dalam spesimen uji pada Gambar 3 dengan XRF.

Dari data Tabel 4 ini yang selanjutnya diolah, maka dapat dikuantisasikan menjadi jumlah total cacahan bersih yang dihasilkan oleh masing-masing unsur diatas, yaitu pada Tabel 5. Tabel 5 juga sekaligus mengkonversi data dari Tabel 4 menjadi prosentase unsur terhadap jumlah total dari masing-masing cacahan diatas. Pekerjaan

serupa juga telah dilakukan pada sampel bahan komponen buatan impor [1], yang memiliki lapisan permukaan pengeras, sehingga memiliki kekerasan permukaan relatif lebih tinggi dari pada bahan buatan lokal; namun memiliki kekerasan *bulk* (bahan dasar) yang relatif rendah dibandingkan pada komponen buatan lokal yang tidak berlapis.

Tabel 5. Intensitas total cacahan dari masing-masing unsur

| No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Total |
|------------|-------|-------|------|-------|--------|---------|
| Unsur | Fe | Ni | Cr | Mn | Cu | Cacahan |
| Cacahan | 28416 | 864 | 124 | 113 | 22 | 29539 |
| Prosentase | 96,19 | 2,925 | 0,42 | 0,382 | 0,0745 | 100,0 |

4. KESIMPULAN

Dari Uraian diatas dapat disimpulkan bahwa bahan komponen pengatur katup aliran gas PLTU Suralaya buatan lokal diatas, mempunyai kandungan unsur-unsur dominan Fe, Ni, dan Cr, maka baja tersebut merupakan bahan dasar dari jenis austenitik. Adapun urutan terbesar hingga urutan terkecil dari kandungan unsur ini adalah, Fe, Ni, Mn, Cr, Cu, dan Al. Kekerasan pada seluruh bahan relatif homogen. Bahan ini memiliki bentuk alur-alur *dendritik seluler*, merupakan hasil dari pengecoran. Dari pengamatan mudahnya sampel terkena korosi, diduga bahan mengandung sedikit fasa martensit.

Dari hasil pekerjaan pada sampel bahan komponen buatan impor [1], yang memiliki lapisan permukaan pengeras, maka diketahui bahwa kekerasan pada bahan dasar lokal lebih tinggi ini karena teknik pengerasan dilakukan dengan menambahkan unsur Ni dan Cr; namun bila dibandingkan dengan lapisan permukaan pada sampel impor, kekerasannya lebih rendah. Karena itu perlu dikembangkan investasi dalam teknik pelapisan permukaan untuk proses pengerasan pada bagian permukaan komponen, sehingga tidak perlu memperkeras seluruh bagian bahan dasar, untuk mengejar nilai ekonomis; hal ini karena akan mengurangi kebutuhan unsur pengeras seperti Ni dan Cr yang relatif mahal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Ir. Harsisto, M.Sc., dari Puslitbang Metallurgi I.IPI, yang telah memberikan fasilitas sehingga pemeriksaan unsur-unsur dapat dilaksanakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. DANI dan NURDIN EFFENDI, *Analisis Bahan Komponen Katup Regulator Aliran Gas Buatan Import*. Akan dipublikasi di Jurnal Sains Materi.
- [2]. D.A POSTER and K.E. EASTERLING, 'Phase Transformation in Metals and Alloys'. 1981, Van Nostrand Reinhold Co.Ltd.
- [3]. ROBERT WILSON, 'Metallurgy and Heat Treatment of Tool Steels', 1975, Mc Graw Hill Book Co. Ltd.
- [4]. R.W. CAHN and P. HAASEN, *Physical Metallurgy*, part 2, 1983, Elsevier Science Publishers B.V.
- [5]. TATA SURDIA, Prof. Ir., MS. Met. E., 'Pengetahuan Bahan Teknik', Penerbit Pradnya Paramita Jakarta. Cetakan kedua.
- [6]. ROY A. LINDBERG, 'Processes and Materials of Manufacture', 2nd Edition, 1982, Prentice Hall of India.