

# FRAGMEN BESI SITUS ASTANA GEDE, CIAMIS TINJAUAN TENTANG TEKNOLOGI DAN ANALISIS KIMIA

*Sudarti Prijono*  
(Balai Arkeologi Bandung)

---

## *Sari*

Kajian teknologi dan analisis kimiawi pada artefak alat besi dari situs Astana Gede; Kawali, Ciamis, Jawa Barat, merupakan suatu sarana untuk mengungkapkan kebudayaan masa lalu, juga merupakan sumbangan data arkeologi untuk merekonstruksi keahlian masyarakat masa lalu dalam mengolah logam dari bahan mentah menjadi barang siap pakai yang menunjang cara hidupnya.

## *Abstract*

Study of technology and chemical analysis on iron tool fragment found from Astana Gede; Kawali site, Ciamis, West Java, are the effort to reconstruct the past iron tools making. These are some archaeological data contribution about mans skill on iron tools making in the past time, there is from raw material to become tool for use, as means in theirself sufficient (WAF.).

---

## **PENDAHULUAN**

Budaya besi sudah dikenal manusia sejak ribuan tahun silam, di Indonesia banyak ditemukan situs-situs arkeologi yang mengandung artefak-artefak logam besi maupun perunggu baik yang terletak di daerah pesisir maupun di wilayah pedalaman. Jenis artefak logam pada umumnya ditemukan pada situs masa perundagian, sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa logam telah memegang peranan penting pada periode masa prasejarah.

Jenis benda-benda besi dapat digunakan sebagai alat keperluan sehari-hari dan senjata seperti kapak, pisau, sabit, tajak, mata tombak, dan alat perhiasan seperti gelang yang ditemukan di Banyumas dan Punung (*Soejono, 1976*). Pemakaian logam pada masa klasik sebenarnya merupakan kelanjutan dari masa-masa sebelumnya yaitu merupakan sarana untuk memenuhi kebutuhan hidup seperti mengolah lahan pertanian, memotong kayu untuk bahan rumah, menggali dan memotong hasil panen. Untuk keperluan tersebut diperlukan suatu bahan logam yang keras yang dapat menghasilkan ketajaman setelah diasah dan salah satu logam yang mempunyai sifat yang dapat memenuhi kebutuhan seperti tersebut adalah logam besi. Di alam besi yang jarang ditemukan sebagai logam yang berdiri sendiri dalam bentuk bijih, melainkan bersenyawa dengan unsur karbon atau belerang yang membentuk suatu persenyawaan gabungan yang selalu berubah-ubah sesuai dengan kondisi lingkungan. Besi dapat digunakan secara murni dan campuran untuk menghasilkan bermacam-macam benda dengan teknik tuang atau teknik tempa.

Besi mempunyai sifat stabilitas yang sangat rendah dibanding dengan logam-logam lain, atau dengan kata lain besi mudah terpengaruh oleh kondisi lingkungan, tidak seperti perak atau tembaga. Oleh karena itu sangat jarang dijumpai benda besi dalam



keadaan utuh. Dilihat dari fungsinya yang beragam maka tidaklah mengherankan jika di situs Astana Gede yang merupakan situs pedalaman ditemukan artefak besi.

Secara administrasi situs Astana Gede di Kawali memiliki ciri lingkungan yang khas yaitu merupakan hutan lindung yang terletak di lereng gunung dan telah dihuni sejak masa prasejarah. Bukti-bukti tempat hunian tersebut antara lain, dari masa prasejarah ditandai dengan terdapatnya temuan batu menhir yang bercampur dengan masa klasik yaitu dipakainya menhir untuk penulisan prasasti berhuruf Jawa Kuna dan berbahasa Sunda Kuna dan berlanjut sampai kemasa Islam dengan dipakainya lokasi tersebut sebagai makam Islam. Bukti lainnya yaitu dengan ditemukannya susunan dan tatanan batu sebagai lantai. Jenis tanah yang terdapat di situs tersebut merupakan tanah yang terjadi adanya proses aluvial dan lapisan humus dengan sendirinya tanah tersebut mempunyai potensi kesuburan yang tinggi. Dengan kondisi lingkungan yang demikian maka dapat diperkirakan penduduk di lokasi situs tersebut mempunyai mata pencaharian sebagai petani yang menetap dan mengolah lahan pertanian, hal ini dibuktikan dengan lamanya waktu hunian. Untuk memenuhi kebutuhan peralatan pertanian sebagai proses adaptasi dengan lingkungan maka masyarakat situs tersebut membuat atau mendatangkan alat-alat yang diperlukan. Salah satu diantara peralatan tersebut adalah alat dari logam besi seperti yang telah ditemukan artefaknya.

Artefak besi yang merupakan hasil ekskavasi Tim Penelitian Balai Arkeologi Bandung tersebut berwarna coklat tanah agak kekuningan dengan bentuk silinder diameter luar 25 mm, dan tinggi 20 mm, berat 31 gram, di tengah-tengahnya penuh dengan campuran tanah dan hasil karatisasi. Analisis kontekstual menunjukkan bahwa artefak tersebut ditemukan berasosiasi dengan susunan batu kali pada kotak gali IV B pada kedalaman kurang lebih 50 cm. Oleh karena itu secara relatif diperkirakan bahwa artefak besi mempunyai umur sejaman dengan susunan batu kali tersebut (Sudarti, 1994/1995).

Sebagai usaha untuk mengetahui lebih lanjut tentang temuan artefak logam besi maka dilakukan analisis secara kimiawi yang bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur yang terkandung di dalamnya dan pada gilirannya dapat untuk mengetahui jenis bahan dasar yang digunakan. Demikian juga akan dilakukan analisis mikrostruktur yang bertujuan untuk mengetahui teknik buat logamnya dari bahan mentah menjadi barang siap pakai.

## **ANALISIS KIMIAWI DAN MIKROSTRUKTUR**

Apabila bicara mengenai logam, maka salah satu dari unsur kebudayaan terdekat yang terkait dengan sistem kebudayaan ialah teknologi. Dalam penggunaan besi sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan hidup, pada dasarnya tidak lepas dari potensi sumber daya lingkungan baik sebagai penyedia bahan baku atau adanya sistem kemahiran dan keahlian tertentu yang mengacu pada kegiatan pertanian maupun strategi ekonomi. Adanya bahan baku yang tersedia belum tentu mampu mengolahnya jika tidak memiliki keahlian logam, demikian juga sebaliknya jika memiliki keahlian tidak mempunyai bahan logam, maka aspek-aspek lain yang akan berbicara. Untuk mengetahui sejauh mana teknologi logam besi maka dalam tulisan ini dilakukan kajian terhadap artefak besi tersebut. Sedangkan analisis pengujian hanya terbatas pada analisis yang bersifat kimiawi dan mikroskopis. Analisis kimiawi yang diterapkan di dalam kajian ini ialah metode analisis spektrofotometri pendar fluor sinar X (*X Ray Fluorecent*) dengan menggunakan spektrometer Philips PW 1404 yang dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Teknologi Mineral Departemen Pertambangan dan Energi Bandung. Pemakaian analisis dengan



pendar fluor sinar X atau biasa disebut sebagai analisis non destruktif, merupakan suatu hal yang sangat menguntungkan apabila jumlah sampel yang diteliti sangat sedikit atau merupakan barang langka seperti artefak yang terbatas jumlahnya.

Pendar fluor sinar X adalah merupakan analisis kualitatif dan kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur penyusun suatu benda logam atau artefak logam. Adapun yang menjadi dasar analisis pendar fluor sinar X ialah, apabila suatu unsur ditempatkan dalam suatu berkas sinar X, maka energi sinar X itu akan diserap oleh atom-atom unsur tersebut. Atom-atom unsur tersebut akan menjadi tereksitasi dan kemudian akan memancarkan sinar X dengan berbagai panjang gelombang yang karakteristik (Sweetman, 1979). Analisis kualitatif tersebut diukur berdasarkan pada panjang gelombang sinar X, karena seperti diketahui bahwa setiap unsur logam mempunyai panjang gelombang pendar fluor sinar X tertentu sehingga dengan mengukur besarnya sudut defraksi  $2\theta$ , kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Bragg  $n\lambda = 2d \sin \theta$ , maka panjang gelombang pendar fluor sinar X unsur logam dapat diketahui. Di mana  $d$  merupakan jarak bidang-bidang kristal dari kristal penganalisa (*Litium Fluorida*). Kristal penganalisa LiF ini sudah diketahui susunan kimianya dan susunan kisinya, sehingga  $d$  - diketahui juga. Hasil analisis kualitatif artefak logam dengan pendar fluor sinar X terbagi menjadi dua bagian yaitu unsur-unsur yang tergolong unsur mayor dalam artefak logam dan unsur-unsur yang termasuk dalam golongan unsur minor. Unsur mayor yang ditentukan dalam bentuk oksida terdiri dari,  $\text{SiO}_2$  (*silikat oksida*),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (*aluminium oksida*),  $\text{CaO}$  (*kalsium oksida*),  $\text{MgO}$  (*magnesium oksida*),  $\text{Na}_2\text{O}$  (*natrium oksida*),  $\text{K}_2\text{O}$  (*kalium oksida*),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (*besi oksida*),  $\text{TiO}_2$  (*titan oksida*),  $\text{MnO}$  (*manganium oksida*), sedang unsur-unsur logam minor terdiri dari unsur logam Sn (*timah*), I (*iodium*), In (*indium*), Ag (*perak*), Cd (*cadmium*), Ru (*rubidium*), Tc (*technetium*), W (*wolfram*), Dy (*dysprasium*), Sm (*samarium*), Nd (*neodymium*), Sc (*scandium*), Ba (*Barium*), Cs (*cesium*), Te (*tellurium*) (grafik).

Analisis mikrostruktur yang bertujuan untuk mengetahui teknologi yang digunakan dalam pembuatan benda logam serta sejauh mana benda logam tersebut sudah mengalami kerusakan atau ubahan. Analisis dilakukan dalam dua tahapan, pertama analisis megaskopis yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kerusakan pada benda logam yang telah terjadi serta warna dari logam itu sendiri. Analisis mikroskopis, bertujuan untuk mengetahui tekstur dan bentuk butiran struktur logam yang terjadi sebagai akibat adanya proses pengolahan dan pemakaian.

Hasil analisis megaskopis terhadap benda logam dari situs Astana Gede dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik menunjukkan bahwa logam berwarna coklat tanah kekuningan (Foto 1), ini berarti artefak logam sedang mengalami proses karatisasi yang lebih lanjut. Sehingga hampir seluruh bagian telah terobah dan sisa logam yang tampak hanya dipermukaan (Foto 2). Sedangkan analisis mikroskopis menunjukkan bahwa artefak logam telah mengalami perubahan total baik bentuk maupun susunan materialnya, ini dapat diketahui dengan tidak dijumpainya sisa struktur logam aslinya atau dengan kata lain struktur logam sudah menjadi karat. Perubahan karatisasi mulai terjadi pada retakan-retakan yang terdapat di dalam sampel serta pada bagian luar dengan membentuk pola pelapisan dan tektur koloform.

## PEMBAHASAN.

Teknologi sebagai salah satu bagian dari kebudayaan merupakan strategi yang diciptakan manusia untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan juga



merupakan salah satu sarana dalam menunjang kehidupan seperti kebutuhan ekonomi, dan perubahan sosial (Benhard dan Pelto, 1972).

Faktor kebutuhan ekonomi mempengaruhi manusia untuk mengembangkan gagasan-gagasan sehingga menciptakan teknologi untuk memenuhi kebutuhan ekonomi, dan akan mendorong manusia untuk berusaha menyempurnakan peralatan yang dipergunakan dalam mata pencaharian agar tercipta keseimbangan antara kebutuhan dengan hasil yang diperoleh. Perubahan sosial karena interaksi dengan budaya lain, mengakibatkan manusia memperoleh budaya baru baik mengenai cara bercocok tanam, menebang pohon untuk membuat perlindungan (rumah), ataupun senjata sebagai alat untuk pertahanan diri. Pada tingkatan pengetahuan seperti ini tidak tertutup kemungkinan adanya kontak budaya dengan dunia luar atau adanya lalu lintas perdagangan yang memungkinkan masuknya berbagai jenis bahan kebutuhan masyarakat.

Dilihat dari daerah sekitar situs yang tidak ditemukan adanya tukang pandai besi atau belum ditemukan adanya situs pertukangan logam maka terdapatnya artefak logam di situs tersebut merupakan suatu bahan kajian yang menarik. Oleh karena itu keberadaan artefak logam di situs Astana Gede adalah merupakan barang yang didatangkan dari luar daerah atau mungkin dengan cara jual beli atau merupakan suatu barang upeti. Hasil analisis mikrostruktur yang dilakukan terhadap artefak logam dari situs Astana Gede, Kawali menunjukkan bahwa di dalam artefak logam terdapat alur-alur retakan korosi (Foto 3) Retak-retak korosi seperti ini terjadi sebagai akibat adanya tegangan yang terjadi sewaktu artefak tersebut digunakan selama beberapa waktu secara terus-menerus. Selain itu juga menunjukkan bahwa bahan dasar logam tersebut berasal dari sejenis besi cor kelabu yang terdiri dari grafit, ferit, sementit dan perlit di mana grafit atau karbon bebas yang terdapat tersebut dalam bentuk serpih. Perlit merupakan struktur yang terbentuk dari lapisan ferit yang liat dan sementit yang keras serta getas. Sedang ferit dalam besi Cor adalah ferit-silisium yang liat tetapi tidak diinginkan dalam jumlah banyak karena kalau berlebihan akan merusak sifat-sifatnya. Sementit akan membentuk struktur grafit menjadi terpisah bercampur dengan fosida besi yang bersifat sangat keras dan akan merusak bahan lain yang disambungkan dengan artefak besi tersebut (Surdia dan Chijiwa, 1986).

Sisa-sisa logam yang terdapat ditepian (Foto 2) menunjukkan bahwa artefak tersebut merupakan besi coran yang didinginkan secara cepat dan membentuk suatu struktur dendrit dan sementit. Struktur dendrit terlihat sudah terputus-putus karena perkaratan yang sudah lanjut. Selain hal tersebut gambar juga menunjukkan adanya bentuk pola pelapisan yang merupakan suatu proses penempaan dan pemanasan yang berulang ulang dan disertai pendinginan yang cepat. Hal ini dibuktikan adanya aniterit dan sementit yang terdapat pada logam.

Dari foto 3 menunjukkan bahwa logam sudah mengalami karatisasi yang sangat parah atau logam sudah mengalami proses ubahan dari logam aslinya. Hal ini disebabkan karena artefak tersebut sudah sangat lama terendapkan dan pengaruh dari lingkungan ikut berperan dalam proses kerusakan.

Analisis kualitatif terhadap artefak logam menghasilkan bahwa logam sudah terkontaminasi, hal ini dibuktikan dengan ditemukannya banyak unsur-unsur minor di dalam artefak tersebut yang diperkirakan berasal dari adanya pengaruh lingkungan dari sekitar situs.



## **PENUTUP**

Pemanfaatan teknologi logam yang kemudian dikenal dengan istilah perundagian, berkembang lebih lanjut sebagai akibat dari terbentuknya kelompok masyarakat yang menemui kemahiran tertentu. Terjadinya peningkatan aktivitas pertanian ataupun perdagangan sesuai dengan kemajuan yang telah dicapai sebelumnya, atau pengaruh pada perkembangan sosial masyarakat yang terjadi akibat faktor lingkungan yang diproyeksikan kepada istilah biologi dan spiritual.

Pada suatu tingkatan pengetahuan seperti itu tentu tidak tertutup kemungkinan adanya kaitan budaya dengan daerah luar demikian juga di situs Astana Gede tidak ditemukan adanya lokasi pembuatan logam atau pandai besi. Ini berarti alat besi tersebut merupakan barang yang berasal dari luar daerah maka aspek perdagangan dalam hal ini sangat berperan.

Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa artefak logam tersebut tersusun dari unsur-unsur mayor dan unsur-unsur minor dan unsur besi merupakan unsur penyusun utama, oleh karena itu maka artefak tersebut adalah artefak besi. Demikian juga banyaknya unsur-unsur minor di dalam artefak besi ini berarti artefak tersebut sudah sangat lama terendapkan jadi dalam hal ini unsur lingkungan turut berperanan dalam proses karatisasi artefak besi tersebut.

Hasil analisis mikrostruktur dan pembahasan tersebut di atas menunjukkan bahwa bahan artefak logam merupakan besi coran kelabu dengan campuran grafit. Terdapat alur-alur karat di dalam artefak logam yang terjadi sebagai akibat ketegangan dan pemukulan sewaktu digunakan (Foto 3). Ini berarti bahwa artefak logam tersebut merupakan artefak yang berasal dari suatu jenis peralatan tertentu. Foto 2 menunjukkan adanya proses pelapisan, hal ini menunjukkan bahwa artefak alat besi tersebut merupakan hasil olahan yang dibuat secara pemanasan, dan penempaan yang berulang-ulang dengan disertai pendinginan dengan cepat.

## **DAFTAR PUSTAKA.**

Alexander, W.O. et al.

1982 *Dasar Metalurgi untuk Rekayasawan*. alih bahasa Sriati Djaprie. Jakarta: Gramedia.

Bernard, H. Russel and Perti J Pelto.

1972 *Technology and Social Change*. New York: The Macmillan Company.

Djoened Poesponegoro, Marwati dan Notosusanto, Nugroho.

1990 *Sejarah Nasional Indonesia II*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Balai Pustaka.

Prijono, Sudarti.

1994/1995 *Laporan Penelitian Arkeologi Tentang Identitas Data Untuk Memperoleh Gambaran Transformasi Budaya di Situs Astana Gede*. Bandung: Balai Arkeologi Bandung.

Soejono. R. P.

1976 "Jaman Prasejarah di Indonesia", *Sejarah Nasional Indonesia I*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Surdia, Tata dan Chijiwa, Kenji.

1986 *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.



Sweatman. T. R.

1979 *X-Ray Fluorecent Analysis*. Jakarta: Superintending Co. of Indonesia Ltd.



Foto. 1. Tampak karatisasi yang menyeluruh dan sisa logam asli dipinggirnya.



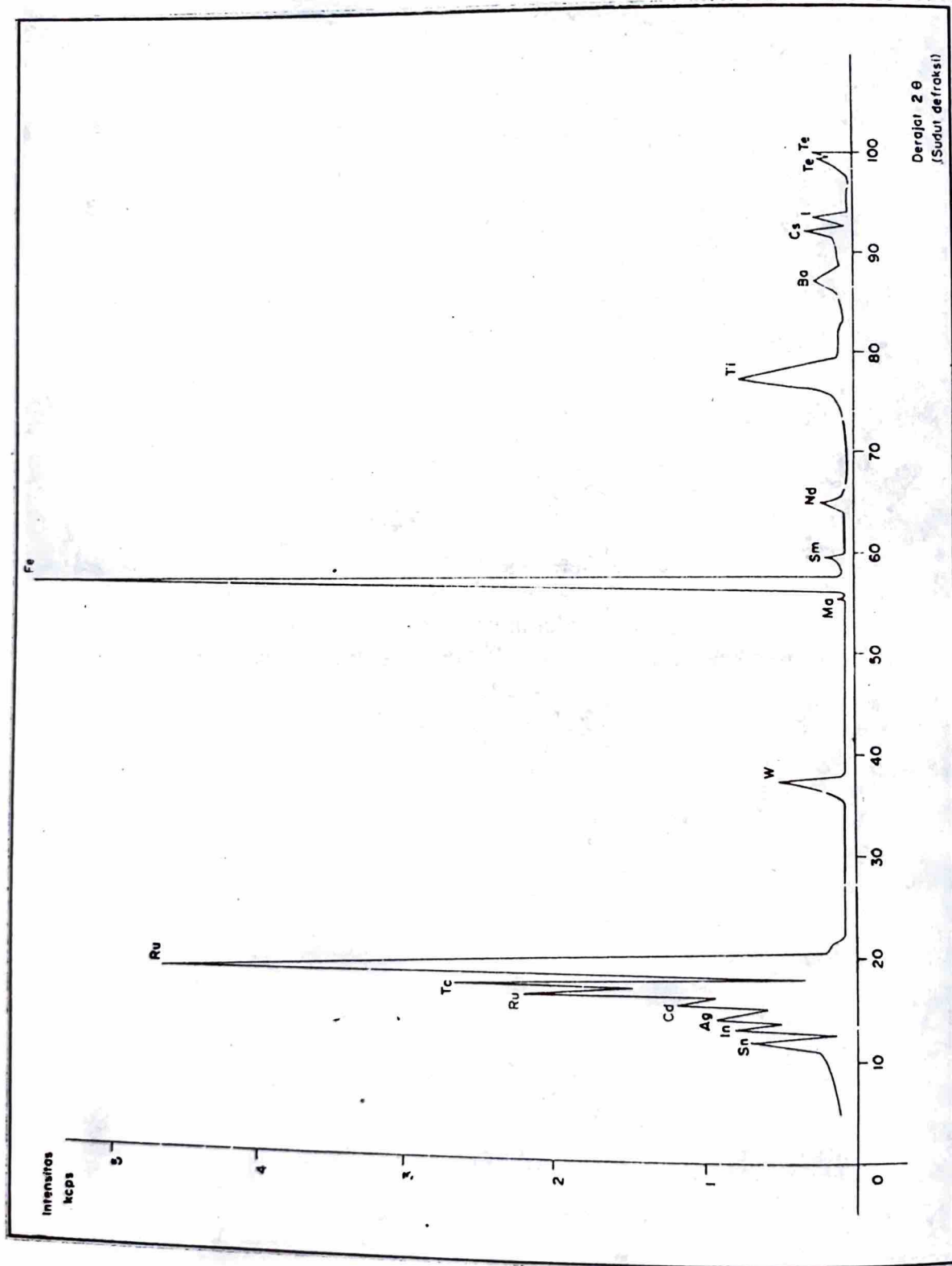
Foto. 2. Mikrostruktur logam yang menunjukkan adanya pola pelapisan yang merupakan hasil proses penempaan.





**Foto. 3. Alur-alur karat yang terjadi sebagai akibat proses ketegangan dan pemukulan sewaktu masih berfungsi.**





Grafik. Pendar fluor artefak besi, Intensitas vs Sudut defraksi