

Studi Taksonomi Pembuatan Beliung Prasejarah Di Ngrijang Sengon, Ngrijangan, Gunung Gamping, Kendeng Lembu : Aplikasi Analisis Kluster Steinhaus Dan Uji D/MA

Yusuf Ernawan

Keywords: reduction analysis, tipology, stone tools, lithics, flakes, neolithic, analysis

How to Cite:

Ernawan, Y. (2001). Studi Taksonomi Pembuatan Beliung Prasejarah Di Ngrijang Sengon, Ngrijangan, Gunung Gamping, Kendeng Lembu : Aplikasi Analisis Kluster Steinhaus Dan Uji D/MA. Berkala Arkeologi, 21(2), 29-47.
<https://doi.org/10.30883/jba.v21i2.839>



Berkala Arkeologi

<https://berkalaarkeologi.kemdikbud.go.id/>

Volume 21 No. 2, 2001, 29-47

DOI: [10.30883/jba.v21i2.839](https://doi.org/10.30883/jba.v21i2.839)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

STUDI TAKSONOMI PEMBUATAN BELIUNG PRASEJARAH DI NGRIJANG SENGON, NGRIJANGAN, GUNUNG GAMPING, KENDENG LEMBU : APLIKASI ANALISIS KLUSTER STEINHAUS DAN UJI D/MA

Yusuf Ernawan *

I. Hasil-hasil Penelitian

Proses pembuatan beliung dilakukan sejak Stein Callenfells (1932) sampai saat ini. Awalnya, Stein Callenfells (1932:27) dan Heine Geldern (1945:136) menduga situs pembuatan beliung hanya terdapat praartefak dan limbahnya. Situs-situs di daerah Punung (Pacitan) dianggap hanya mengandung prabeliung, prapahat, calon mata panah yang akan dihaluskan/diupam oleh konsumen di luar situs. Namun penelitian selanjutnya memperlihatkan hasil yang berbeda. Penelitian Widiyanto (1988) dan Ernawan (1996) di Ngrijangan (Punung) menemukan prabeliung dihaluskan/diupam sebagian permukaannya dan beliung**; Tanudirjo (1991) dan Ernawan (1998) di Bomo Teleng (Punung) ditemukan lokasi penggosokan di tepi sungai Baksoko/Maron yang mengalir dekat situs. Sementara itu, pendapat Callenfells dan Heine Geldern juga tidak sesuai dengan kondisi temuan di Klapadua (Jakarta), Cirata, Pasir Kuda, Bagogoh (Bogor), Leles (Cangkuang), Klapanunggal (Tasikmalaya); yang diduga menjadi komoditas dagang dengan daerah Buni (pantai utara Jawa Barat) (Soejono 1990:176; Sutayasa 1979:71; Sugondo 1981:13).

Penelitian setelah Stein Callenfells (1932) juga berusaha memperlihatkan tahap-tahap pembuatan beliung. Simanjutak (1983) berpendapat pembentukan batuan menjadi beliung di Limbasari (Purbalingga) terdiri atas tahap mencari dan seleksi batuan, menyerpih kasar menjadi segi empat, serpihannya besar berkulit batu, penyerpihan ringan meratakan permukaan dengan serpihan berukuran sedang, membentuk tajaman berserpihan kecil, menggosok, mengupam prabeliung (Soedjono 1987:9-10). Penelitian Tanudirjo (1991:49-50) di Bomo Teleng (Punung) memperlihatkan pembuatan beliung dilakukan melalui tahap-tahap semakin rinci meliputi pencarian batuan (kadang dipecah untuk memudahkan pengangkutan), pembentukan tahap awal melalui penyerpihan kulit batu, pinggiran berbentuk cembung, cekung, dan membentuk bidang dataran, pembentukan tahap lanjut untuk merapikan bentuk, membentuk pangkal dan tajaman menjadi lebih tipis dan kecil, membentuk prabeliung tahap akhir dengan merapikan tajaman dengan digosok/diupam.

Staf pengajar Program Studi Antropologi Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
Universitas Airlangga

Beliung ditemukan pada survai yang dilakukan pada 25 November 2000.

Upaya lain untuk memperlihatkan tahap pembuatan beliung dilakukan melalui duplikasi yang memperhatikan gradasi ukuran dan berat serpihan. Percobaan Hendiarto berupaya membentuk batu inti dengan *bi-polar technique* yang menghasilkan limbah >20.1 gr., pembentukan prabeliung dengan membenturkan batuan menghasilkan serpihan 10.1-20 gr., mempipihkan prabeliung dengan *indirect percussion* berserpihan 3.1-10 gr., meratakan prabeliung dengan *punch technique* berserpihan 0.6-3 gr., penyerpihan dengan *pressure technique* berserpihan <0.5 gr., pengasahan prabeliung berlimbah lumpur, pengupaman prabeliung berlimbah lumpur batu (Soedjono 1987:10-12).

II. Kajian Teoritis

Hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan memperlihatkan pembuatan beliung dianggap sebagai kegiatan mereduksi batuan melalui pemecahan-penyerpihan, penggosokan dan pengupaman batuan. Upaya mereduksi batuan menjadi beliung dengan cara menyerpih ditujukan untuk membentuk pola, merapikan dan membentuk bidang tajam pada ujung prabeliung; untuk dilanjutkan dengan reduksi batuan melalui menggosok dan mengupam prabeliung menjadi beliung (Tanudirjo 1991:48-50; Soedjono 1987:9-12).

Reduksi batuan merupakan upaya melepas permukaan batuan secara cepat dan tepat melalui tahap-tahap yang tidak tegas. Upaya melepas permukaan batuan cenderung menitik-beratkan pada upaya mencapai bentuk tertentu daripada mempertahankan pentahapannya. Upaya melepas permukaan batuan secara cepat tampak pada ciri-ciri fisik serpih di Bomo Teleng. Ciri-ciri serpih di Bomo Teleng memperlihatkan (a) tatu serpih di permukaan dorsal, dataran pukul, kulit batu, tipe sangat signifikan dengan luas, (b) ujung serpih tidak signifikan dengan luas, (c) tatu serpih agak signifikan dengan bentuk, (d) dataran pukul, kulit batu, ujung, tipe tidak signifikan dengan bentuk (Tanudirjo 1991:65). Hubungan dataran pukul, kulit batu, tipe sangat signifikan dengan luas tetapi tidak signifikan terhadap bentuk; sehingga memperlihatkan tujuan menyerpih adalah membentuk prabeliung secara cepat, tidak mengontrol bentuk dataran pukul, kulit batu, ujung serpihan. Hal ini didukung oleh hubungan tatu serpih di permukaan dorsal agak signifikan dengan bentuk tetapi sangat signifikan dengan luas yang dapat memperlihatkan kebebasan menentukan dan manipulasi sudut pukul untuk melepas serpih secara cepat. Di lain pihak, upaya menggosok/mengupam prabeliung menjadi beliung adalah mendapatkan ketepatan bentuk sejalan dengan unsur estetikanya.

Penelitian Hendiarto (Soedjono 1987), Simanjuntak (1983), Soejono (1987) dan Tanudirjo (1991), memperlihatkan gradasi ukuran serpih dari besar ke kecil yang cenderung disesuaikan dengan perubahan setiap tahap pereduksian batuan. Namun

demikian, bila teknik mereduksi batuan dapat berhubungan pula dengan kebiasaan, pengalaman, ritme kekuatan dan cara-cara untuk memanipulasi cekungan hasil penyerpihan yang gagal dalam setiap ayunan tangan adalah tidak selalu sama (Crabtree 1972:3, 93-94), maka batas setiap tahap dalam mereduksi batuan untuk membentuk pola dasar, merapikan pola dasar dan membentuk bidang tajaman justru tidak dapat terpilah secara tegas dan nyata. Dengan demikian batas setiap tahap pengerjaan batuan menjadi beliung adalah kontinum dan arbitrer seperti tampak pada ketidakseragaman ukuran, bentuk dan kedalaman serpihan di permukaan prabeliung. Kontinuitas pengerjaan tampak pada ketidakseragaman ukuran dan kedalaman serpihan; misal, hasil prabeliung yang telah dan belum digosok masih memperlihatkan sebagian permukaan yang bercekungan serpihan tidak seragam, misal di situs Ngrijang Sengon, Ngrijangan, Gunung Gamping dan Kendeng Lembu.

Upaya mereduksi batuan dapat pula berhubungan dengan keberhasilan dan kegagalan membentuk beliung. Upaya mereduksi batuan dapat berhubungan dengan metode dan teknik (Crabtree 1972:2-3; Young 1984:136). Metode dan teknik mereduksi batuan dibatasi oleh keadaan fisik batuan yang statis sesuai kondisi pada saat dan selama dikenai proses reduksi. Bila tahap-tahap dalam penerapan metode dan teknik mereduksi batuan mencapai keadaan fisik batuan yang tidak diharapkan dan tidak dapat dimanipulasi, maka akan menghasilkan produk yang berhubungan dengan kegagalan (misal berrongga, retak, patah, cekungan serpih terlalu dalam). Keberhasilan mereduksi batuan merupakan penerapan metode dan teknik yang telah atau belum mencapai batas keadaan fisik batuan tetapi telah mencapai produk yang sesuai dengan tujuannya.

Reduksi batuan dapat menghasilkan limbah dan produk sesuai tujuan. Bila upaya mereduksi batuan dan memanipulasi kegagalan dalam melakukan mereduksi batuan menjadi beliung seperti yang diinginkan, maka produk yang dihasilkan akan sesuai dengan tujuan membentuk batuan menjadi prabeliung atau beliung (Young 1984:34-36). Namun bila tahap-tahap reduksi batuan mengalami kegagalan dalam mereduksi atau mencapai limit fisik batuan yang tidak diharapkan dan atau gagal memanipulasi proses reduksinya, maka upaya mereduksi batuan akan menghasilkan limbah (Young 1984:22, 34-36; Crabtree 1972:58; Rathje 1980:89). Limbah dapat pula berupa serpihan hasil membentuk, meratakan, merapikan permukaan prabeliung, dan artefak yang gagal mencapai tahap pembentukan akhir berupa prabeliung patah, terlalu tipis, berpenyerpihan terlalu dalam, berkondisi tidak terduga dan tidak dapat dikerjakan karena retak, patah, rongga (Ernawan 1996, 1997; 1998).

III. Upaya Pembentukan Kategori Statistik

Limbah dan produk tampak dari perbandingan ciri fisiknya. Upaya mereduksi batuan memunculkan ciri fisik pada batuan (Tanudirjo 1991:48-66). Bila limbah dan produk diartikan sebagai hasil reduksi batuan yang tidak dilanjutkan lagi, maka ciri fisik limbah dan produk sesuai tujuan mereduksi batuan tampak pada hasil penerapan reduksi yang terakhir mengena pada batuan dan telah menghilangkan ciri fisik hasil penerapan reduksi sebelumnya (Deetz 1967:48; Tanudirjo 1991:47). Bila pengertian ini diterapkan terhadap produk, maka populasi produk dapat berupa deret hasil akhir dari proses reduksi batuan menjadi beliung. Pengukuran ciri fisik dapat memakai besaran kualitatif dan kuantitatif. Pengukuran ciri fisik dari:

- a. Perbandingan permukaan beliung terhadap permukaan batu akik yang digosok/diupam melalui (1) perbandingan kilap permukaannya, (2) mengamati ada atau tidak ada goresan pada permukaan beliung. Pengukuran ini mengetahui kedudukan proses reduksi batuan selama tahap pembentukannya,
- b. Prabeliung tidak dilanjutkan, atau gagal dilanjutkan pembentukannya dapat diukur dari perbandingan ciri fisik (1) panjang, lebar, tebal maksimal dan minimal, (2) jumlah cekungan serpihan <0.9 , $1-1.9$, $2-3.9$, $4-5.9$, $>6 \text{ cm}^2$,¹ (3) jumlah kedalaman cekungan <0.9 , $1-1.9$, $2-3.9$, $4-5.9$, $>6 \text{ mm.}$,² (4) ukuran serpihan terpanjang, (5) ukuran serpihan terlebar, (6) cekungan terdalam tiap bidang permukaan. Pengukuran ini bertujuan mengetahui tahap reduksi dan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Di samping itu dilakukan pula pengukuran terhadap jumlah lokasi rongga, garis tengah rongga terbesar, ukuran rongga terdalam yang bertujuan untuk mengetahui cacat alami yang memungkinkan tidak dapat untuk dilanjutkan proses membentuk batuan menjadi prabeliung; perpanjangan sisi sudut yang sejajar sisi panjang dan lebar yang bertujuan mengetahui kesimetrisan bentuk; keberadaan lokasi penggosokan permukaan untuk mengetahui tahap akhir penyerpihan; keberadaan bidang "cuwil" dan patah untuk mengetahui tindakan yang disengaja atau tidak disengaja dilakukan oleh penyerpih. Tindakan disengaja menampilkan permukaan bidang "cuwil" dan patah berbentuk gelombang lingkaran konkoidal (Hodges 1981:104); tindakan tidak disengaja menampilkan permukaan relief berspiral dan berundak di bibir permukaan patahan (Crabtree 1972:82).

Upaya membentuk kategori limbah dan produk dapat diukur melalui hasil perbandingan ciri fisik yang diterjemahkan dalam besaran prosentase. Prosentase merupakan nilai rata-rata yang mengabaikan ciri-ciri obyek yang dibandingkan (Bailey 1978:393). Bila pengertian prosentase diterapkan pada perbandingan jumlah ciri fisik antarartefak, maka besaran prosentase hasil perbedaan jumlah ciri fisik artefak yang dibandingkan merupakan nilai kemiripan ciri fisik artefak. Bila

¹ Interval pengukuran menyesuaikan interval yang digunakan Tanudirjo (1991) terhadap serpih.

² Ibid.

prosentase berhubungan dengan nilai resiprok sebagai nilai jarak kemiripan (Glinka 1991:1-2), maka perbedaan jarak kemiripan ciri fisik antarartefak dapat mencerminkan kedudukan setiap artefak pada deret hasil akhir reduksi batuan.

Prosentase dan jarak kemiripan limbah dan produk yang sesuai tujuan membentuk beliung dapat berlaku pada perbandingan antarsitus. Teknologi menyerpih, menggosok dan mengupam batuan adalah teknologi mereduksi batuan yang berlaku umum (Newcomer 1971:85-90; Tanudirjo 1991:49). Bila pengertian teknologi mereduksi batuan berlaku umum dan tahap mereduksi batuan menjadi beliung yang kontinum diterapkan pada semua situs, maka produk di semua situs merupakan satu rumpun teknologi mereduksi batuan menjadi beliung. Bila ciri fisik produk adalah satu rumpun teknologi, maka perbandingan produk pada semua situs tidak harus terdapat (a) jumlah yang sama, (b) seluruh ciri fisik hasil reduksi batuan menjadi prabeliung dan beliung.

Kedudukan limbah produk dan produk yang sesuai tujuan membentuk beliung dapat berhubungan dengan kemiripan ciri fisik produk. Setiap limbah dan produk yang sesuai tujuan membentuk beliung memiliki ciri fisik yang sama atau tidak sama. Bila prosentase adalah nilai rata-rata yang mengabaikan ciri-ciri (Bailey 1978:393), maka perbedaan jumlah ciri fisik setiap artefak yang dibandingkan dapat menghasilkan prosentase ciri fisik setiap artefak pada deret hasil akhir reduksi batuan menjadi beliung. Bila prosentase memperlihatkan nilai resiprok yang berhubungan dengan jarak kemiripan ciri fisik (Glinka 1991:2), maka perbedaan jarak kemiripan ciri fisik antarartefak dapat memperlihatkan kedudukan setiap artefak pada deret hasil akhir reduksi batuan menjadi beliung.

IV. Perbandingan Produk Antarsitus

A. Aplikasi Rumus Steinhaus

Upaya menghitung jarak prosentase kemiripan ciri fisik dapat memakai rumus Steinhaus. Glinka (1991) menjelaskan rumus Steinhaus dipakai untuk fitososiologi yang dikembangkan untuk mencari kemiripan unsur budaya sukubangsa di Polinesia. Di Indonesia, Glinka memakai rumus Steinhaus untuk mencari kemiripan ciri antropometris sukubangsa di Nusatenggara timur. Bila rumus Steinhaus dapat dipakai untuk mencari perbandingan jarak prosentase kemiripan obyek yang tidak sama, maka rumus Steinhaus dapat pula untuk mengetahui jarak prosentase kemiripan ciri fisik limbah dan produk antarsitus. Misalnya:

- prosentase kemiripan ciri fisik setiap produk yang berhubungan dengan reduksi batuan menjadi beliung,

- kedudukan produk sebagai produk yang sesuai atau tidak tujuan mereduksi batuan menjadi beliung.

Prosentase kemiripan produk dilakukan dengan memakai rumus Steinhaus (Glinka 1990:2-7):

$$w = \frac{2c}{a + b}$$

Keterangan:

a = jumlah ciri fisik limbah atau produk pada situs pertama

b = jumlah ciri fisik limbah atau produk pada situs kedua

c = jumlah ciri fisik limbah atau produk situs pertama dan kedua

Jarak prosentase kemiripan ciri fisik antarlimbah atau produk yang dibandingkan semakin besar akan memperlihatkan kedudukan yang semakin mirip; demikian sebaliknya.

Upaya mengelompokkan jarak prosentase kemiripan limbah dan produk dilakukan dengan menyusun jarak kemiripan setiap produk. Upaya menyusun jarak prosentase kemiripan dilakukan dengan menyusun urutan nilai resiprok terkecil ke terbesar dari tiap prosentase perbandingan ciri fisik. Rumus nilai resiprok adalah (Glinka 1990:3):

$$d = \frac{1}{w}$$

Bila nilai resiprok pada setiap jarak prosentase kemiripan hasil perbandingan ciri fisik dapat disusun, maka dapat digambarkan dalam diagram jarak prosentase kemiripannya.

Pengukuran obyek dapat memakai besaran interval kuantitatif. Penerapan rumus Steinhaus dapat dilakukan memakai besaran kuantitatif (Glinka 1991:2). Dalam penulisan ini pengukuran ciri fisik prabeliung berhadapan dengan sifat yang arbitrer dan tidak bernorma baku, sehingga ciri fisik hasil pengukuran akan lebih ideal dipilah dalam klas interval (misal sesuai pemilahan berdasar rumus Sturges). Frekwensi setiap klas interval ditentukan oleh keberadaan ciri fisik pada setiap produk. Penerapan rumus Steinhaus dilakukan dengan membuat tabel silang untuk mencari: (a) jumlah dan besar klas interval, (b) jumlah ciri fisik setiap produk, (c) kumulasi jumlah ciri fisik yang sama pada dua produk, (d) prosentase jumlah ciri fisik sesuai rumus Steinhaus nomor a., (e) nilai resiprok dari prosentase jumlah ciri fisik nomor b., (f) mencari hubungan dua produk dengan nilai resiprok terkecil, (g) mencatat nilai

resiprok yang terkecil, (h) menjumlah dan membagi dua pada lajur dan baris tabel silang yang terdapat dua produk yang memiliki nilai resiprok terkecil, (i) membuat tabel baru sesuai perhitungan nomor h., (j) melanjutkan perhitungan seperti (i.) sampai selesai untuk dilanjutkan dengan membuat diagram hubungan antarproduk dengan nilai dan jarak kemiripan.

Penerapan rumus Steinhaus memakai besaran kuantitatif yang berhubungan dengan pengukuran obyek, dan besaran kualitatif yang berhubungan dengan keberadaan obyek (Glinka 1991:2). Namun penelitian ini berhubungan dengan pengukuran ciri fisik yang tidak bernorma baku, sehingga pengukuran ciri fisik dipilah dalam klas interval Sturges yang memperhitungkan ciri fisik yang tidak terdapat pada klas interval. Frekwensi setiap klas interval ditentukan keberadaan ciri fisik setiap produk. Frekwensi ciri fisik yang tidak terdapat pada klas interval diperhitungkan tersendiri bersama frekwensi yang berhubungan dengan keberadaan ciri fisik yang memakai besaran kualitatif.

Hasil perhitungan rumus Steinhaus menghasilkan batas maksimal dan minimal pada prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik. Perhitungan prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk di situs Ngrijang Sengon, Ngrijangan, Gunung Gamping, dan Kendeng Lembu menghasilkan prosentase kemiripan ciri fisik produk yang berkisar 76.06% sampai 21.89% dengan jarak kemiripan ciri fisik produk berkisar 1.315 sampai 4.567.

Perhitungan rumus Steinhaus menghasilkan batas maksimal dan minimal pada prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik. Perhitungan prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk di situs Ngrijang Sengon, Ngrijangan, Gunung Gamping, dan Kendeng Lembu menghasilkan prosentase kemiripan ciri fisik produk yang berkisar 76.06% sampai 21.89% dengan jarak kemiripan ciri fisik produk berkisar 1.315 sampai 4.567.

Kisaran prosentase dan jarak kemiripan memperlihatkan pengelompokan produk . Kelompok artefak berhubungan dengan kemiripan ciri artefak dan populasi artefak (Clark 1971:144-188). Namun bila kemiripan ciri fisik produk adalah hasil reduksi batuan secara kontinum, maka pemilahan kelompok tidak dapat tegas. Upaya mengelompokan produk memakai prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik kelompok yang terdekat atau lebih kecil dari titik tengah beda prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik. Beda prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk adalah 27.09% dengan jarak kemiripan 2.941. Hasil pengelompokan produk memperlihatkan produk menjadi empat kelompok dengan dua sub-kelompok, yaitu (a) kelompok I terdiri sub-kelompok Ia dan Ib, (b) kelompok II, (c) III, (d) IV terdiri sub-kelompok IVa dan IVb. Beda prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk adalah tidak sama, yaitu:

- kelompok I terdiri sub-kelompok Ia dan Ib adalah 27.23%, berjarak kemiripan 3.672,
- kelompok I dan II adalah 23.90% berjarak kemiripan 4.183,
- kelompok III dan IV adalah 23.07% berjarak kemiripan 4.333,
- kelompok IV terdiri sub-kelompok IVa dan IVb adalah 26.58% berjarak kemiripan 3.761,
- kelompok I dan II terhadap III dan IV adalah 21.89% berjarak kemiripan 4.567.

B. Uji D/ma D/ma

Beda prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk berhubungan dengan perbedaan ciri fisik yang bermakna. Upaya mengetahui perbedaan yang bermakna pada keberadaan dan tidak adanya ciri volume dan reduksi produk, kesimetrisan produk, cacat fisik dan alami dilakukan dengan uji D/ma. Ciri fisik yang berhubungan dengan volume produk terdiri atas ukuran panjang, tebal dan lebar yang maksimal dan minimal. Ciri yang berhubungan dengan volume reduksi terdiri atas jumlah luas serpihan <0.9, 1-1.9, 2-3.9, 4-5.9 dan >6 cm.; jumlah kedalaman serpihan <0.9, 1-1.9, 2-3.9, 4-5.9, >6 mm. dan ukuran serpihan terpanjang serta ukuran serpihan terlebar. Ciri kesimetrisan terdiri atas perpanjangan setiap sudut produk; ciri cacat fisik dan alami berhubungan dengan ciri fisik patah, "cuwil", rongga, undak spiral dan gelombang konkoidal, kristalisasi belum sempurna; ciri fisik tahap akhir reduksi produk berhubungan dengan keberadaan permukaan produk yang tidak diserpih, digosok sebagian dan digosok seluruhnya.

Uji D/ma diterapkan sesuai alur tangkai klaster hasil perhitungan prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk. Hasil perhitungan rumus Steinhaus menghasilkan klaster yang sesuai prosentase dan jarak kemiripan kelompok atau ciri produk. Penggambaran klaster belum memperlihatkan ciri fisik yang bermakna membedakan setiap kelompok. Bila jarak terjauh dari basis klaster berhubungan dengan prosentase dan jarak kemiripan terkecil dan tangkai klaster memperlihatkan hubungan kelompok atau ciri fisik produk, maka uji D/ma sesuai alur tangkai klaster diharapkan memperlihatkan keberadaan dan gradasi ciri fisik yang bermakna membedakan kelompok produk. Rumus uji perbedaan D/ma:

$$\frac{|\text{rata}^2x_1 - \text{rata}^2x_2|}{\sigma (d/x_1)^2 + (d/x_1)^2}$$

Keterangan:

d/x_1 = standart error kelompok 1

d/x_2 = standart error kelompok 2

Batas beda yang bermakna pada setiap hasil pengujian adalah:

- nilai perbedaan ciri fisik atau kelompok lebih besar dari 3 adalah bermakna,
- nilai perbedaan ciri fisik atau kelompok kurang dari 3 adalah tidak bermakna,
- nilai perbedaan ciri fisik atau kelompok sama dengan 3 adalah tidak berarti.

Hasil uji D/ma pada tidak adanya ciri fisik volume produk, volume reduksi produk, kesimetrisan produk, cacat fisik dan alami, serta tahap akhir reduksi produk dilanjutkan melalui pengurangan nilai rata-rata perbedaan tiap ciri fisik oleh nilai beda pada setiap ciri fisik produk. Bila hasil pengurangan nilai rata-rata perbedaan oleh nilai beda setiap ciri fisik produk adalah lebih besar dari nilai rata-rata perbedaannya, maka ciri fisik dianggap dapat lebih membedakan kelompok daripada ciri fisik yang sama atau lebih kecil dari nilai rata-rata perbedaannya.

1. Uji D/ma Kelompok I,II dengan III,IV

Uji D/ma terhadap ciri fisik yang dapat bermakna membedakan kelompok dimulai dari alur tangkai klaster yang memperlihatkan prosentase dan jarak kemiripan terkecil. Uji D/ma diterapkan pada tangkai klaster gabungan kelompok I,II dengan III,IV. Hasil uji D/ma memperlihatkan ukuran panjang maksimal bermakna 5.85, ukuran panjang minimal bermakna 5.81, ukuran lebar maksimal bermakna 4.45, ukuran tebal maksimal bermakna 4.80, jumlah luas serpihan <0.9 bermakna 4.22, jumlah kedalaman serpihan <0.9 bermakna 3.83, ukuran serpihan terdalam bermakna 5.46.

Hasil uji D/ma terhadap keberadaan ciri fisik yang bermakna membedakan kelompok I,II dengan III,IV menghasilkan kesimpulan sementara:

- rata-rata volume produk yang terdapat pada kelompok I,II lebih kecil dari III,IV,
- bila penelitian Hendiarto (Soedjono 1987:10-12), Simanjuntak (1983), Soejono (1987) dan Tanudirjo (1991) memperlihatkan gradasi ukuran serpih sesuai tahap reduksi batuan, maka kelompok I,II memperlihatkan tahap reduksi batuan lebih lanjut dari kelompok III,IV,
- bila penerapan teknik mereduksi batuan untuk memperoleh permukaan bidang batuan yang mudah digosok dan diupam, maka kelompok I,II memperlihatkan tahap mendekati penggosokan batuan karena terdapat jumlah luas serpihan <0.9 cm. dan kedalaman serpihan <0.9 mm. lebih banyak dari kelompok III,IV; ukuran kedalaman serpihan maksimal pada kelompok I,II lebih kecil dari kelompok III,IV.
- bila ditinjau dari seluruh nilai rata-rata keberadaan ciri fisik volume produk, volume reduksi produk, kesimetrisan produk, cacat fisik, cacat alami yang tidak bermakna dan bermakna membedakan kelompok, maka pada kelompok I,II terdapat nilai rata-rata yang lebih kecil dari nilai rata-rata kelompok III,IV; kecuali nilai rata-rata ciri fisik jumlah rongga, ukuran bidang "cuwil",

perpanjangan bidang panjang sudut 3 pada kelompok I,II lebih besar dari nilai rata-rata kelompok III,IV.

Hasil uji D/ma dapat memperlihatkan bahwa keberadaan nilai rata-rata ciri fisik volume produk, volume reduksi produk pada kelompok I,II berhubungan dengan tahap reduksi batuan yang telah lebih lanjut dari kelompok III,IV; meskipun pada kelompok I,II terdapat produk dengan jumlah rongga dan "cuwil" yang lebih banyak dari kelompok III,IV.

Kesimpulan sementara didukung hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik yang berhubungan dengan reduksi produk bengkel. Hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik yang terdiri atas luas serpihan <0.9 , luas serpihan 1-1.9, luas serpihan 2-3.9, luas serpihan 4-5.9, luas serpihan >6 , kedalaman serpihan <0.9 , kedalaman serpihan 1-1.9, kedalaman serpihan 2-3.9, kedalaman serpihan 4-5.9, kedalaman serpihan >6 , perpanjangan bidang panjang sudut 1, perpanjangan bidang lebar sudut 1, perpanjangan bidang panjang sudut 2, perpanjangan bidang lebar sudut 2, perpanjangan bidang panjang sudut 3, perpanjangan bidang lebar sudut 3, perpanjangan bidang panjang sudut 4, perpanjangan bidang lebar sudut 4 adalah bermakna 3.596, dengan rata-rata beda tidak adanya ciri fisik pada kelompok I,II dan III,IV adalah 16.5. Tidak adanya ciri fisik yang lebih besar dari nilai rata-rata adalah luas serpihan 4-5.9 cm., dan kedalaman serpihan >6 mm.. Bila tidak adanya luas serpihan 4-5.9 cm. dan kedalaman serpihan >6 mm. berhubungan dengan frekwensi masing-masing kelompok, maka frekwensi produk kelompok I,II dapat memperlihatkan sebagai kelompok berpermukaan lebih datar dan berserpih lebih rapat daripada kelompok III,IV.

Hasil uji D/ma terhadap tidak adanya cacat fisik dan alami adalah tidak bermakna. Uji D/ma pada tidak adanya ciri fisik yang berupa bekas patah, "cuwil", undak spiral, gelombang konkoidal, rongga, dan keberadaan kristalisasi belum sempurna adalah 1.184. Perbedaan tidak adanya ciri cacat fisik dan alami yang tidak bermakna memperlihatkan keutuhan sebagian produk di kelompok I,II adalah serupa dengan kelompok III,IV; meskipun beda frekwensi ciri fisik produk tidak berrongga memperlihatkan kelompok I,II lebih utuh daripada III,IV.

Perbedaan yang nyata pada perbandingan kelompok I,II dengan III,IV terdapat pada produk digosok. Penggosokan batuan adalah tahap akhir mereduksi batuan menjadi beliung. Produk yang digosok sebagian dan seluruh permukaannya hanya terdapat pada kelompok I,II. Produk yang digosok sebagian dan seluruh permukaannya memperkuat kesimpulan sementara bahwa kelompok I,II adalah kelompok yang mengalami tahap reduksi batuan yang lebih lanjut dari kelompok III,IV. Hasil uji D/ma dan frekwensi yang lebih besar dari nilai rata-rata perbedaan kelompok I,II dan III,IV adalah belum dapat memilah produk sebagai limbah produk dan produk yang

sesuai tujuan membentuk beliung. Uji D/ma pada keberadaan dan ketiadaan ciri fisik volume produk dan reduksi produk, kesimetrisan produk, cacat fisik dan alami masih memperlihatkan:

- gradasi tahap reduksi batuan kelompok I,II adalah lebih lanjut daripada III,IV,
- Produk pada Kelompok I,II lebih banyak utuh daripada III,IV,
- tahap akhir reduksi batuan dengan menggosok hanya terdapat pada kelompok I,II,
- setiap kelompok masih terdapat produk yang cacat fisik dan cacat alami.

2. Uji D/ma Ciri Fisik Produk pada Kelompok I dengan II

Ciri fisik yang membedakan kelompok I dan II adalah ukuran panjang maksimal bermakna 5.88, ukuran panjang minimal bermakna 5.20, ukuran lebar maksimal bermakna 5.70, ukuran tebal maksimal bermakna 3.81, ukuran tebal minimal bermakna 3.53, jumlah luas serpihan <0.9 bermakna 3.72, ukuran serpihan terpanjang bermakna 6.03, ukuran serpihan terlebar bermakna 4.69, perpanjangan bidang lebar sudut 3 bermakna 3.27. Ciri fisik yang bermakna dapat menghasilkan kesimpulan sementara bahwa perbedaan kelompok I dan II berhubungan dengan:

- volume produk yang terdapat pada kelompok I berukuran lebih kecil dari kelompok II,
- jumlah luas serpihan <0.9 cm. dengan ukuran serpihan terpanjang dan terlebar adalah lebih kecil dari jumlah dan ukuran serpihan pada kelompok II; sehingga tahap reduksi batuan pada kelompok I adalah lebih lanjut dari kelompok II,
- perpanjangan sudut 3 memperlihatkan kelompok I cenderung sebagian sudut produk yang lebih simetris dari kelompok II.
- bila ditinjau dari seluruh ciri fisik yang bermakna membedakan dan tidak membedakan produk pada kelompok I dan II, maka nilai rata-rata:
 - a. volume Produk pada Kelompok I lebih kecil dari kelompok II,
 - b. volume reduksi luas serpihan berukuran kurang dari 1.9 cm. dengan kedalaman kurang dari 5.9 mm. adalah lebih banyak pada kelompok I
 - c. perpanjangan setiap sudut produk pada kelompok I adalah lebih kecil dari kelompok II,
 - d. keberadaan produk cacat "cuwil" dan berrongga terdapat pada kelompok I,

Hasil uji D/ma terhadap keberadaan ciri volume dan reduksi produk, kesimetrisan produk, cacat fisik dan alami dapat memperlihatkan bahwa produk kelompok I telah direduksi lebih lanjut dan lebih simetris daripada produk kelompok II; meskipun pada kelompok I terdapat produk yang cacat cuwil dan berrongga.

Kesimpulan sementara didukung hasil uji D/ma pada tidak adanya ciri fisik hasil reduksi batuan dan membentuk kesimetrisan. Hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik seperti pada perbandingan ciri fisik kelompok I,II dengan III,IV memperlihatkan bermakna 4.194 dengan nilai rata-rata beda adalah 15.2. Nilai ciri

fisik yang lebih besar dari nilai rata-rata adalah tidak adanya luas serpihan 4-5.9 cm., luas serpihan >6 cm., kedalaman serpihan 4-5.9 cm.. Bila tidak adanya ciri fisik yang lebih besar dari nilai rata-rata ditinjau dari jumlah frekwensinya, maka Produk pada Kelompok I adalah produk berpermukaan lebih papir dengan cekungan serpihan lebih dangkal dan rapat daripada kelompok II; sehingga kelompok I telah direduksi lebih lanjut dari kelompok II.

Hasil uji D/ma pada tidak adanya ciri cacat fisik dan gejala alami adalah tidak bermakna. Uji D/ma memperlihatkan nilai 1.847. Perbedaan yang tidak bermakna dapat memperlihatkan produk pada kelompok I terdapat produk dengan ciri fisik serupa dengan produk pada kelompok II. Meskipun bila ditinjau dari beda frekwensi tidak adanya ciri fisik berundak spiral, tidak berrongga, maka terdapat kecenderungan kelompok I memiliki produk yang lebih utuh daripada kelompok II.

Produk kelompok I dan II dibedakan secara nyata oleh keberadaan produk yang telah digosok. Permukaan batuan produk yang telah digosok sebagian dan seluruhnya hanya terdapat pada kelompok I. Bila tahap menggosok batuan adalah tahap akhir proses mereduksi batuan, maka kelompok I adalah kelompok yang sedang dan akan mengalami tahap akhir mereduksi batuan menjadi beliung.

Hasil uji D/ma pada ciri fisik produk adalah belum memperlihatkan pemilahan limbah produk dan produk yang sesuai dengan tujuan membentuk beliung. Uji D/ma dapat memperlihatkan gradasi ukuran volume produk, volume reduksi, kesimetrisan dan keutuhan produk. Produk pada kelompok I dapat memperlihatkan sebagai produk yang:

- lebih simetris dari kelompok II,
- lebih utuh dari kelompok II,
- akan dan telah terdapat tahap akhir reduksi batuan.

3. Uji D/ma Ciri Fisik Produk pada Kelompok Ia dengan Ib

Hasil uji D/ma pada kelompok Ia dengan Ib yang memperlihatkan beda ciri fisik bermakna yang terdiri atas ukuran panjang maksimal bermakna 3.05, ukuran lebar maksimal bermakna 6.47, ukuran lebar minimal bermakna 4.17, ukuran tebal maksimal bermakna 4.63, ukuran tebal minimal bermakna 3.06, ukuran serpihan terpanjang bermakna 4.03, ukuran serpihan terlebar bermakna 4.91, perpanjangan bidang lebar sudut 3 bermakna 3.98, perpanjangan bidang lebar sudut 4 bermakna 3.18 ukuran panjang maksimal bidang patah bermakna 3.54, ukuran lebar maksimal bidang patah bermakna 3.51. Ciri fisik produk yang bermakna membedakan kelompok Ia dan Ib menghasilkan kesimpulan sementara bahwa:

- volume produk pada kelompok Ia yang berukuran lebih kecil dari kelompok Ib,

- ukuran serpihan yang terpanjang dan terlebar pada kelompok Ia lebih kecil dari Ib. Ukuran serpihan yang terpanjang dan terlebar dapat memperlihatkan produk pada kelompok Ia telah mengalami reduksi batuan lebih lanjut dari kelompok Ib,
- perpanjangan sudut 3 dan 4 pada kelompok Ia yang berukuran lebih kecil dari Ib. Perbedaan penambahan panjang sudut memperlihatkan produk Ia lebih simetris dari Ib.
- ukuran luas bidang patahan pada kelompok Ia adalah lebih kecil dari luas bidang patahan pada produk di kelompok Ib.
- bila ditinjau dari ciri fisik produk yang tidak bermakna dan bermakna membedakan kelompok Ia dan Ib, maka:
 1. volume produk Ia berukuran lebih kecil dari kelompok Ib,
 2. volume reduksi luas serpihan berukuran kurang dari 1.9 cm. dengan kedalaman 0.9 mm. adalah lebih banyak pada kelompok Ia,
 3. produk pada kelompok Ia dan Ib terdapat yang cacat berrongga.

Hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik yang berhubungan hasil reduksi batuan, membentuk kesimetrisan produk, ciri cacat fisik dan alami adalah tidak bermakna. Uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik yang berhubungan dengan hasil mereduksi batuan dan membentuk kesimetrisan produk adalah 0.641; uji D/ma terhadap ciri cacat fisik dan alami adalah 0.034. Perbedaan tidak adanya ciri fisik yang tidak bermakna dapat memperlihatkan keutuhan sebagian produk di kelompok Ia adalah serupa dengan Ib. Namun bila ditinjau dari beda frekwensi tidak adanya ciri fisik yang tidak bermakna membedakan kelompok Ia dan Ib, maka sebagian produk pada kelompok Ia relatif lebih utuh daripada kelompok Ib.

Produk pada kelompok Ia dan Ib dibedakan secara nyata oleh keberadaan produk tidak diserpih dan digosok permukaannya. Produk tidak diserpih, digosok sebagian dan seluruh permukaan merupakan produk yang memperlihatkan tahap akhir reduksi batuan. Produk yang tidak diserpih, telah digosok sebagian dan seluruh permukaan hanya pada kelompok Ia. Penggosokan sebagian dan seluruh permukaan batuan memperlihatkan kelompok Ia merupakan kelompok yang akan dan telah mengalami tahap akhir reduksi batuan menjadi beliung.

Kelompok Ia dan Ib belum memilah produk sebagai limbah dan produk yang sesuai tujuan reduksi batuan menjadi beliung. Perbedaan ciri fisik yang membedakan kelompok Ia dan Ib berhubungan dengan:

- gradasi volume produk pada kelompok Ia yang lebih kecil dari Ib),
- volume reduksi batuan pada permukaan produk di kelompok Ia memperlihatkan tahap reduksi batuan yang lebih lanjut dari Ib,
- kelompok Ia terdapat produk bengkel yang lebih simetris dari kelompok Ib,
- kelompok Ia dan Ib masih terdapat produk yang cacat fisik dan alami.

4. Uji D/ma Ciri Fisik Produk pada Kelompok III dengan IV

Hasil perbandingan ciri volume produk, volume reduksi, kesimetrisan produk, keberadaan cacat fisik dan alami memperlihatkan sebagian ciri fisik yang bermakna membedakan kelompok III dan IV terdapat pada ciri fisik perpanjangan bidang lebar sudut 2 bermakna 8.17, perpanjangan bidang panjang sudut 2 bermakna 7.09. Ciri fisik yang bermakna membedakan produk pada kelompok III dan IV menghasilkan kesimpulan sementara bahwa sebagian sudut produk kelompok III lebih simetris daripada kelompok IV. Bila ditinjau dari keberadaan ciri fisik yang tidak bermakna dan bermakna membedakan kelompok III dan IV, maka:

- volume produk kelompok III lebih kecil dari pada kelompok IV,
- volume reduksi dengan luas serpihan dengan kedalaman kurang dari 1.9 mm. pada kelompok III adalah lebih kecil dari kelompok IV,
- sudut produk selain yang bermakna membedakan kelompok III dan IV memperlihatkan produk kelompok IV adalah lebih simetris dari kelompok III,
- produk kelompok III dan IV masih terdapat cacat fisik dan alami.

Hasil kesimpulan sementara didukung beda frekwensi tidak adanya ciri fisik hasil mereduksi batuan dan fisik cacat dan keberadaan gejala alami. Hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik hasil mereduksi batuan memperlihatkan perbedaan kelompok III dan IV adalah tidak bermakna dengan nilai 1.927; hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri cacat fisik dan ciri keberadaan gejala alami memperlihatkan perbedaan kelompok III dan IV adalah tidak bermakna dengan nilai 1.964. Namun bila hanya ditinjau dari beda frekwensi tidak adanya luas serpihan >6 cm. dan kedalaman serpihan >6 mm., maka kelompok IV memiliki produk yang lebih datar dan berukuran serpihan lebih kecil daripada produk di kelompok III. Lebih lanjut, bila hanya ditinjau dari beda frekwensi tidak adanya cacat fisik patah, "cuwil" dan berrongga, maka produk pada kelompok IV adalah lebih utuh dari produk yang terdapat di kelompok III.

Produk pada kelompok III dan IV relatif belum dapat dipilah sebagai kelompok limbah dan produk yang sesuai tujuan membentuk beliung. Perbedaan yang bermakna membedakan kelompok III dan IV hanya ber-hubungan dengan kesimetrisan produk. Ciri fisik yang berhubungan dengan perbedaan volume produk, volume reduksi batuan, cacat fisik dan alami adalah tidak bermakna membedakan produk pada kelompok III dan IV. Ketidak-bermaknaan perbedaan ciri fisik yang ber-hubungan dengan perbedaan volume produk, volume reduksi batuan memperlihatkan kedudukan produk pada tahap mereduksi batuan menjadi beliung adalah sama. Kedudukan produk yang sama berhubungan pula dengan keberadaan cacat fisik dan alami pada produk di kelompok III dan IV.

5. Uji D/ma Ciri Fisik Produk pada Kelompok IVa dan IVb

Perbandingan ciri fisik produk yang berhubungan dengan volume produk, volume reduksi batuan, kesimetrisan, kebedaraan cacat fisik dan alami memperlihatkan sebagian ciri fisik yang bermakna membedakan produk kelompok IVa dan IVb. Ciri fisik yang bermakna membedakan kelompok IVa dan IV b adalah ukuran panjang maksimal bermakna 3.21, ukuran panjang minimal bermakna 4.60, jumlah luas serpihan 2-3.9 bermakna 3.72, perpanjangan bidang lebar sudut 4 bermakna 3.18. Ciri fisik yang bermakna membedakan produk pada kelompok IVa dan IVb menghasilkan kesimpulan sementara bahwa perbedaan produk berhubungan dengan perbedaan luas serpihan dan kesimetrisan sebagian sudut produk. Bila hanya ditinjau dari perbedaan rata-rata jumlah serpihan berukuran 2-3.9 cm. dan perpanjangan sudut 4, maka produk pada kelompok IVa memperlihatkan tahap reduksi batuan yang lebih lanjut dan lebih simetris dari produk pada kelompok IVb.

Hasil uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik yang berhubungan dengan reduksi batuan, cacat fisik dan alami memperlihatkan perbedaan yang tidak bermakna. Uji D/ma terhadap tidak adanya ciri fisik yang berhubungan dengan hasil reduksi batuan adalah 2.213, tidak adanya cacat fisik dan alami adalah 1.785. Namun bila hanya ditinjau dari beda frekwensi ciri fisik kelompok IVa dan IVb, maka produk pada kelompok IVb memperlihatkan ketiadaan ciri volume reduksi batuan dan kesimetrisan yang lebih banyak dari pada kelompok IVa. Ciri fisik keutuhan produk pada kelompok IVb adalah lebih banyak dari pada kelompok IVa; meskipun produk pada kelompok IVb terdapat produk yang berkristalisasi belum sempurna.

Pemilahan produk pada kelompok IVa dan IVb belum memperlihatkan limbah produk dan produk yang sesuai tujuan membentuk beliung. Ciri fisik produk pada kelompok IVa dan IVb masih memperlihatkan cacat fisik berrongga dan patah. Perbedaan produk pada kelompok IVa dan IVb memperlihatkan produk pada kelompok IVa telah mengalami reduksi lebih lanjut dan lebih simetris dari kelompok IVb.

V. Penutup

Hasil uji D/ma terhadap prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik hasil perhitungan menurut rumus Steinhaus memperlihatkan urutan tahap reduksi batuan dan persebaran cacat fisik. Hasil uji D/ma terhadap prosentase dan jarak kemiripan ciri fisik produk hasil perhitungan rumus Steinhaus memperlihatkan:

- a. perubahan ukuran ciri fisik yang berhubungan dengan volume produk, volume reduksi dan kesimetrisan. Perubahan ukuran ciri fisik memperlihatkan gradasi urutan tahap reduksi batuan dari tahap awal ke lanjut. Urutan tahap reduksi batuan menjadi beliung dimulai dari kelompok Ia, Ib, II, IVb, IVa dan III,

- b. persebaran ciri cacat fisik patah dan berrongga terdapat pada setiap kelompok,
- c. persebaran ciri cacat fisik tiap kelompok tidak terdapat pada tiap anggota kelompok.

Hubungan urutan tahap reduksi batuan terhadap keberadaan cacat fisik dapat memperlihatkan limbah produk dan produk sesuai tujuan membentuk beliung. Keberadaan cacat fisik pada urutan tahap reduksi batuan yang sesuai dengan hasil uji D/ma terhadap hasil perhitungan prosentase dan jarak kemiripan menurut rumus Steinhaus adalah sebagai berikut.

Keberadaan Cacat Fisik pada Urutan Tahap Reduksi Batuan

Ciri Fisik	Ia	%	Ib	%	II	%	IVb	%	IVa	%	III	%
Utuh, Gosok Sebagian	3	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utuh, Berserpih	6	5.0	6	5.0	17	14.0	10	8.3	-	-	-	-
Berrongga, Kristal Belum Sempurna	1	0.8	-	-	-	-	1	0.8	-	-	-	-
Berrongga	1	0.8	1	0.8	-	-	21	17.4	8	6.6	-	-
Patah, Undak Spiral, Rongga	-	-	1	0.8	-	-	1	0.8	-	-	2	1.7
Patah, Undak Spiral, Gosok Semua	1	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patah, Undak Spiral, Gosok Sebagian	1	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patah, Undak Spiral	3	2.5	5	4.1	2	1.7	-	-	-	-	1	0.8
Patah, Gelombang Konkoidal, Rongga	1	0.8	1	0.8	-	-	2	1.7	1	0.8	3	2.5
Patah, Gelombang Konkoidal	7	5.8	11	9.1	1	0.8	1	0.8	-	-	-	-
Patah, Cuwil, Undak Spiral	1	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	25	20.7	25	20.7	20	16.5	36	29.89	7.4	6	5.0	5.0

Hubungan keberadaan cacat fisik dengan urutan tahap reduksi batuan menjadi prabeliung dan beliung memperlihatkan:

- tiap kelompok selalu tidak terdapat produk utuh berserpih, sehingga tidak memperlihatkan produk yang sesuai dengan tujuan membentuk prabeliung,
- tiap kelompok ada produk cacat fisik, sehingga tiap tahap reduksi berhubungan dengan:
 1. cacat patah dengan ciri fisik bidang patah yang bergelombang konkoidal, dan dapat berhubungan dengan kegagalan reduksi batuan dan menghasilkan limbah produk,
 2. cacat patah dengan ciri fisik bidang patah yang berundak spiral dan dapat berhubungan dengan kecelakaan kerja yang tidak disengaja atau proses alam yang mengakibatkan produk menjadi patah,
 3. ciri fisik batuan berrongga cenderung memperlihatkan batas maksimal sifat batuan telah tercapai dan tidak terjangkau oleh manipulasi dan volume produk. Cacat fisik berrongga pada kelompok Ia, IVa, IVb, III cenderung sebagai limbah karena kedalaman rongga sebanding denngan kedalaman

maksimal serpihan dan ukuran tebal minimal produk sehingga produk telah mencapai batas maksimal sifat batuan dan tidak dapat dimanipulasi reduksi,

4. produk yang telah dan akan mencapai tahap akhir reduksi batuan hanya terdapat pada kelompok Ia; meskipun terdapat produk patah, namun bidang patah berundak spiral pada tahap akhir melalui penggosokkan cenderung tidak berhubungan dengan proses reduksi batuan menjadi beliung.

KEPUSTAKAAN

- Clark, David L., 1968, *Analytical Archaeology*, London, Methuen & Co. Ltd.
- Crabtree, Don E., 1972, *An Introduction to Flint-working, Occasional Papers of the Idaho State University Museum*, Idaho, Idaho State University Museum, 1-98.
- Ernawan, Yusuf, 1987, *Manik-manik Situs Matesih, Studi Pendahuluan Tentang Teknologi dan Peranannya, Skripsi*, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- , 1996, *Analisis Fungsional Artefak dan Lingkungan Situs Bengkel Beliung Prasejarah di Pegunungan Selatan Jawa Timur, Tesis*, Jakarta, Universitas Indonesia.
- , 1998, *Fungsi Artefak dan Lingkungan Situs Bengkel Prasejarah di Ngrijangan, Ngrijang Sengon, Bomo Teleng (Pacitan)*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Airlangga.
- , 1999, *Studi Paleo-Ekologi Situs Bengkel Beliung Prasejarah di Pacitan, Masyarakat Kebudayaan dan Politik*, Tahun XII No.1, Surabaya: FISIP Unair, 66-79.
- Glinka, Josef, 1990, *Pengelompokan/Pengaturan Kebudayaan/Etnis Menurut Unsur-unsur Kebudayaan*, Surabaya, Ceramah Antropologi FISIP Unair, 1-9 (kertas kerja).
- Heine-Geldern, Robert von, 1945, *Prehistoric Research in the Netherlands Indies, Science and Scientists in the Netherlands Indies*, New York, Pieter Honing, 127-167.
- Hodges, Henry, 1981, *Artifacts, An Introduction to Early Materials and Technology*, New Jersey, Humanities Press.
- Newcomer, M.H., 1971, *Some Quantitative Experiments in Hand-axe Manufacture, World Archaeology* 3, 83-94.
- Rahtje, William L dan Michael B. Schiffer, 1982, *Archaeology*, New York, Harcourt brace Jovanovich.

Simanjuntak, H. T. (1985). Tinjauan Tentang Beliung Persegi Bari Lumajang. *Berkala Arkeologi*, 6(2), 1-14. <https://doi.org/10.30883/jba.v6i2.439>

-----, 1986, *Laporan Penelitian Arkeologi Limbasari*, **Berita Penelitian Arkeologi** No. 34, Jakarta, Proyek Penelitian Purbakala.

-----, 1994, *Kehidupan Prasejarah di Pegunungan Seribu, Pacitan*, **Ceramah Ilmiah Pengembangan Budaya Pegunungan Seribu**, 1-15 (kertas kerja).

Soedjono, Agus 1987, *Teknologi Alat Batu Situs Kendeng Lembu*, **Skripsi**, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.

Soejono, R.P., *The History of Prehistoric Research in Indonesia to 1950*, **Asian Perspective** 12, 69-91.

-----, 1990, **Sejarah Nasional Indonesia**, Jakarta, Balai Pustaka.

Stein Callenfels, P.V. van, 1929, *Prehistoric Remains in Poenoeng, Sampoeng and Dander*, **Fourth Pacific Science Congress**, 1-7.

Sugondo, Santoso, 1981, *Awal Perdagangan Gerabah di Indonesia*, **Seminar Sejarah Nasional ke III**, Jakarta, Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Sejarah Nasional Direktorat Sejarah dan Nilai Tradisional Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1-15 (kertas kerja).

Sutayasa, 1972, *Notes on the Buni Pottery Complex, Northwest Java*, **Mankind**, 182-184.

Tanudirjo, Daud Aris, 1991, *Some Behavioral Aspects of the Bomo Teleng Stone Adze Workshop Site in East Java*, **Thesis**, Australian National University.

Widianto, Harry, 1988, *Ekskavasi Ngrijangan, Punung, Pacitan, Jawa Timur*, **Laporan Penelitian Arkeologi** No. 6, Yogyakarta, Balai Arkeologi Yogyakarta, 1-51.

Young, David E. dan Robson Bonnischen, 1984, *Understanding Stone Tools, A Cognitive Approach*, **Peopling of the America Process Series**, Vol. 1, Orono, University of Maine, 1-312.