



Research Article

Pengaruh Modifikasi *Cutting Lips Twist Drill* Dengan Pemberian *Splitting Nicks* Pada Proses Pengeboran Dalam

Burhanudin^{1,*}, Edy Suryono², Tri Widodo Besar Riyadi³

¹Program Studi S1 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta

²Program Studi D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Corresponding author: burhanudin@sttw.ac.id

Article History:

Online first:

31 July 2021

Keywords: *drilling, chip morphology, splitting nick, twist drill, cutting lips*

ABSTRACT

In the drilling process, the chip morphology greatly affects the surface roughness of the drilled hole. The easy-to-evacuate chip morphology will lead to easier machining processes and better results. The chip morphology that is difficult to evacuate will cause a heavier spindle load and will scratch the drilling surface wall. The aims of this study is to determine the effect of splitting nick on twist drill on the resulting chip morphology. The experiment was carried out by deep drilling with more than five times the diameter of the drill bit on S45C material deep as 75 mm with a twist drill bit of 14 mm diameter without being given a splitting nick and with a drill bit with 2 splitting nicks on the 2 cutting lips. The cutting parameters used are feeding 150 mm/minute spindle rotation of 454 rpm so that the resulting feed per tooth is 0.165 mm/tooth. The results of this experiment indicate that drilling in the provision of splitting nicks on twist drill bits produces a morphological chip shape in the form of a long angular lose helical chip with a smaller width so that the evacuation process is easier, this affects the decrease in spindle load at the time of drilling process averaged 1% at each drilling depth

ABSTRAK

Pada proses pengeboran morfologi tatal sangat mempengaruhi kekasaran permukaan lubang hasil pengeboran. Morfologi tatal yang mudah di evakuasi akan menyebabkan proses pemesinan lebih mudah dan hasil yang lebih baik. Morfologi tatal yang sulit dievakuasi akan menyebabkan beban spindel yang semakin berat dan akan menggores dinding permukaan pengeboran. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *splitting nick* pada *twist drill* terhadap morfologi tatal yang dihasilkan. Eksperimen dilakukan dengan pengeboran dalam dengan lebih dari lima kali diameter mata bor pada material S45C sedalam 75 mm dengan mata bor *twist drill* berdiameter 14 mm tanpa diberikan *splitting nick* dan dengan mata bor dengan diberikan 2

Kata Kunci: Pengeboran, bentuk tatal, *splitting nick*, bor *twist drill*, sisi potong

splitting nick pada ke-2 *cutting lips*. Parameter potong yang digunakan dengan *feeding* 150 mm/menit putaran spindle 454 rpm sehingga dihasilkan *feed per teeth* 0,165 mm/tooth. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa pada pengeboran dalam pemberian *splitting nick* pada mata bor *twist drill* menghasilkan bentuk *chip morfologi* yang berupa *long angular lose helical chip* dengan lebar yang lebih kecil sehingga lebih mudah dilakukan proses evakuasi, hal ini mempengaruhi penurunan beban spindle pada saat proses pengeboran rata-rata sebesar 1% di setiap kedalaman pengeboran

PENDAHULUAN

Pengeboran merupakan salah satu proses pemesinan yang paling banyak ditemui dalam proses pemesinan. Fang, dkk menyatakan bahwa proses pengeboran banyak digunakan dalam proses *engineering* [1]. Galloway, dkk dalam penelitiannya menunjukkan bahwa perubahan yang kecil dalam bentuk geometri mata bor menyebabkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kinerja mata bor [2]. L.Francis Xavier, dkk. menjelaskan bahwa yang dimaksud dengan pengeboran dalam (*deep hole drilling*) adalah proses pengeboran yang memiliki kedalaman lubang lebih dari lima kali dari diameter ukuran lubang. Salah satu strategi pengeboran yang dicari dalam pengeboran dalam (*deep hole drilling*) adalah bagaimana cara mengevakuasi *chips* tanpa merusak dinding lubang pengeboran, memberikan pendingin ke ujung mata bor untuk mengkondisikan agar mata bor dan benda kerja tetap dingin serta mengurangi waktu siklus pengeboran. Semakin dalam lubang pengeboran yang dilakukan akan menyebabkan kecenderungan mata bor dibelokkan akan semakin besar [3].

Worthington, dkk. menunjukkan bahwa ketika *chip* yang dihasilkan dalam proses pengeboran memiliki diameter besar, maka akan sulit di evakuasi keluar dari lubang pengeboran melalui *flute* mata bor, yang menyebabkan besar torsi pengeboran akan semakin meningkat dan menyebabkan benda kerja dan mata bor akan segera rusak [4]. Matthews, dkk. menemukan bahwa geometri mata bor juga memiliki pengaruh terhadap panas yang dihasilkan selama proses pengeboran. Ada tiga hal yang menyebabkan pembentukan panas yaitu (1) gesekan antara sisi rake mata bor dengan *chip*, (2) gesekan antara sisi muka alat potong dengan permukaan benda kerja yang mengalami penyayatan, dan (3) bagian geser primer dari panas yang dihasilkan selama proses pengeboran [5].

Kahng dan Koegler, menyimpulkan bahwa bentuk *chip* yang dikeluarkan diawal proses pengeboran akan memiliki panjang yang lebih dari yang lain, hal ini disebabkan karena *chip* yang dikeluarkan pertama kali selama proses pengeboran tidak terkena gesekan dengan *chip* yang lain, sedangkan *chips* yang dihasilkan berikutnya akan terkena gesekan oleh *chip* yang dihasilkan sebelumnya, hal ini menyebabkan resiko terhadap kerusakan pada alat potong ataupun pada lubang hasil pengeboran [6].

Whitfield, dkk mengeksplorasi efek dari berbagai fitur geometri mata bor seperti *point angle*, *helix angle*, *chisel edge angle* dan ketebalan *web* pada daya dorong dan torsi yang dihasilkan [7]. Berikut ini adalah kesimpulan dari pengamatan mereka:

- a. Peningkatan diameter bor menyebabkan peningkatan area pemotongan bor sehingga menyebabkan peningkatan torsi dan gaya dorong.
- b. Peningkatan ketebalan web menyebabkan peningkatan gaya dorong dan nilai torsi di kedua sisi.
- c. Peningkatan pada sudut *chisel edge* mata bor dan sudut *chisel*/baji meningkatkan gaya dorong tetapi hanya memiliki efek marginal pada torsi.

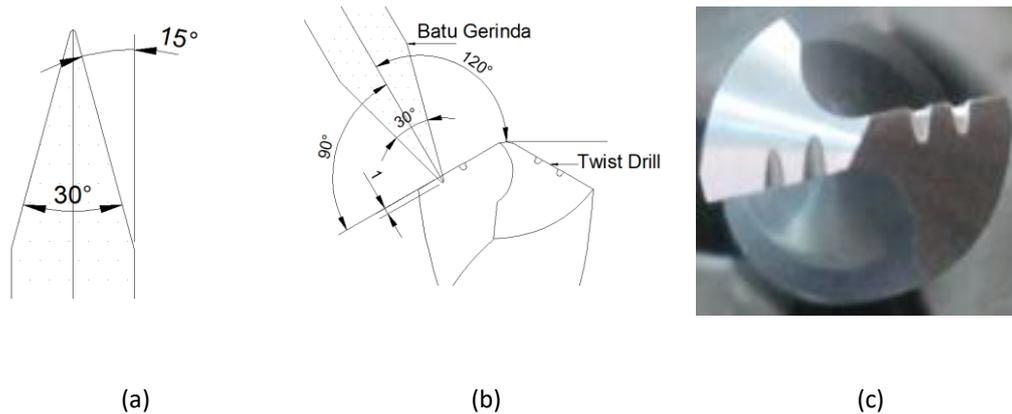
- d. Peningkatan *point angle* memiliki pengaruh yang sangat kecil pada torsi tetapi meningkatkan gaya dorong.
- e. Peningkatan sudut *helik* mengurangi daya dorong dan nilai torsi
- f. Baik gaya dorong maupun nilai torsi menurun sedikit ketika kecepatan pengeboran meningkat.

Nakayama,dkk mengungkapkan bahwa salah satu masalah pada pengeboran adalah “*chip clogging*” (sumbatan pada lubang pengeboran yang disebabkan oleh chip) [8]. *Chip/beram* hasil pengeboran yang dihasilkan dari proses pengeboran harus keluar dari lubang pengeboran, jika *chip/beram* tersebut tersumbat akan menyebabkan banyak masalah serius seperti torsi pengeboran lebih tinggi, suhu pemotongan lebih tinggi dan kualitas lubang yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja putaran bor akan tercapai dengan mencegah penyumbatan chip. Nakayama,dkk membuat *splitting nick / coakan* pada sisi *cutting lips* mata bor *twist drill* untuk memecah chip yang keluar dari proses pengeboran. Meskipun penelitian ini menghasilkan torsi pengeboran yang lebih rendah dan permukaan akhir yang lebih baik, masalah *chip* yang panjang belum terpecahkan.

Penelitian terhadap *splitting nick* dilakukan kembali oleh Aschuri yang menyebutkan pemberian *splitting nick* menghasilkan *chip morphology* berbentuk kecil, panjang dan cenderung lurus [9]. Sedangkan Nanda menyatakan bahwa dengan pemberian *splitting nick* mampu menurunkan beban spindel [10]. Sebagai upaya penelitian lebih lanjut berkaitan dengan *splitting nick* yang telah dilakukan penulis berupaya untuk mendapatkan kesimpulan tingkat keberhasilan modifikasi *cutting lips* dengan *splitting nicks* pada *twist drill* terhadap pengeboran dengan kedalaman lima kali diameter lubang (*deep hole drilling*) dengan memperhatikan beban spindel mesin saat proses pengeboran dan *chip morphology* yang dihasilkan. Sebagaimana yang telah disampaikan oleh Galloway, dkk yang menyatakan bahwa variasi yang sangat kecil terhadap geometri mata bor dapat memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap kinerja mata bor [2]. Maka penelitian ini berupaya untuk mendapatkan model geometri *twist drill* yang bisa digunakan untuk pengeboran dalam (*deep hole drilling*) dengan kemampuan mengeluarkan beram yang baik, dan beban spindel yang lebih kecil. Peneliti akan melakukan pengujian dua model *twist drill* dengan dua *splitting nick* pada *cutting lips* dan *twist drill* tanpa *splitting nick* pada pengeboran dalam (*deep hole drilling*), untuk mendapatkan model pengeboran yang paling baik diukur dengan penurunan nilai beban spindle.

METODE PENELITIAN

Langkah yang pertama dilakukan adalah membuat *splitting nick* pada *cutting lips* mata bor dengan mesin universal tool grinding. Mata bor yang digunakan adalah mata bor uncoating, dengan diameter 14 mm. Batu gerinda yang digunakan adalah batu gerinda dengan butiran abrasive aluminium oxide dan berbentuk disk. Proses dressing dan truing dilakukan pada batu gerinda untuk memastikan ketajaman dan sudut batu gerinda 30°. Selanjutnya batu gerinda digunakan untuk membuat *splitting nick* dengan kedalaman 1 mm dan sudut penyayatan sebesar 90° dari *cutting lips* mata bor. Gambar 1 menunjukkan (a) sudut batu gerinda, (b) sudut penyayatan pada *cutting lips*, dan (c) contoh hasil penyayatan pada mata bor. Hasil modifikasi variasi jumlah *splitting nick* pada mata bor ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Dimensi batu gerinda (b) Desain penggerindaan Mata bor *twist drill* dengan *splitting nicks* (c) Mata bor dengan *splitting nicks* hasil penggerindaan dengan mesin *tool grinding*

Pengeboran dilakukan dengan menggunakan mesin CNC MILLING WELE CV-1060 dengan Control Mitsubishi M70. Kelebihan dari mesin ini adalah dapat menampilkan besar beban spindle/ *spindel load* (%) dari setiap proses *cutting* pada pengoperasian mesin. Benda kerja yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan material S45C. Komposisi kimia bahan S45C ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia material S45C

Standard	Grade	C	Mn	P	S	Si
JIS G4051	S45C	0.42-0.48	0.60-0.90	0.03	0.035	0.15-0.35

Setiap *twist drill* digunakan untuk pengeboran terhadap lubang pada bahan S45C dengan kedalaman 75 mm, dengan parameter pemotongan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter pemotongan yang digunakan pada pengeboran

Cutting Parameter	
Feed rate	150 mm/menit
Spindel speed	454 rpm
F _{pt}	0,165 mm
C _s	19,95 m/menit

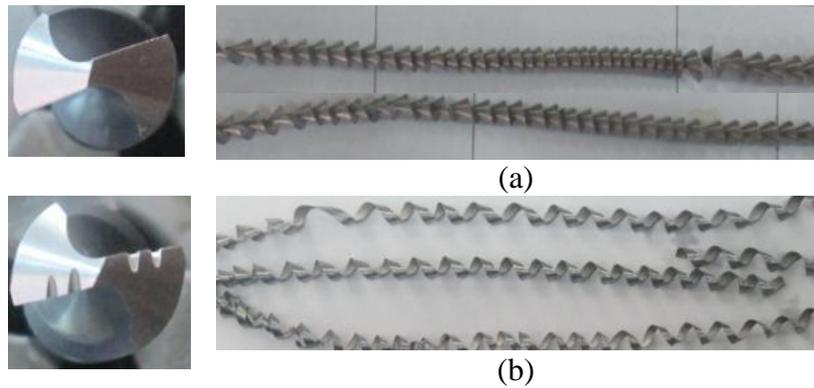
HASIL DAN DISKUSI

Chips morphology

Bentuk chip hasil pengeboran dengan menggunakan kelima model variasi *splitting nicks* ditampilkan pada Gambar 2. Gambar 2(a) menunjukkan bentuk chip hasil pengeboran menggunakan mata bor-1 tanpa *splitting nick*. Chip yang dihasilkan berbentuk panjang memutar dengan jarak pitch yang sempit (*long Angular tight helical chip*). Menurut Klocke [11], bentuk *chip* panjang akan menyebabkan chip terakumulasi dan menyebabkan sulit untuk dievakuasi, sedangkan chip yang berbentuk helik cenderung keluar melalui *flank face*, sehingga menyebabkan kerusakan pada holder alat potong dan *cutting edge*.

Gambar 2(b) menunjukkan bentuk chip hasil pengeboran menggunakan mata bor dengan dua *splitting nicks* pada kedua sisi pada *cutting lips twist drill*. Bentuk chip yang dihasilkan adalah bentuk *long Angular lose helical chip* dengan lebar yang lebih kecil. Bentuk

dan lebar dari chip yang lebih kecil ini dapat memungkinkan lebih mudah untuk dievakuasi dari lubang pengeboran.



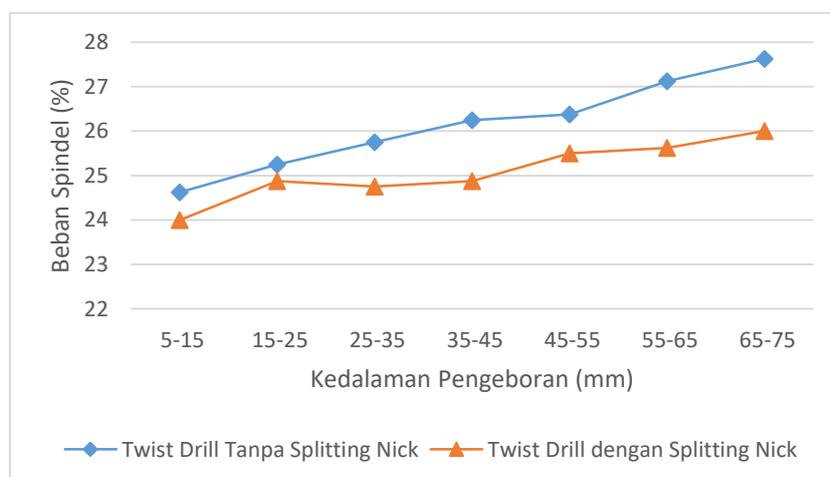
Gambar 2. Chip morfologi pada pengeboran dengan twist drill tanpa splitting nick (a) dan chip morfologi pada pengeboran dengan twist drill yang diberikan splitting nick (b)

Beban Spindel

Hasil pengukuran beban spindel ditunjukkan pada Tabel 3. Dimana pemberian *splitting nicks* pada mata bor diperoleh nilai *spindel load* yang lebih rendah dibandingkan dengan pengeboran tanpa *splitting nicks*. Hal ini menunjukkan chip yang dihasilkan pada pengeboran dengan *splitting nicks* lebih mudah dievakuasi sehingga tidak mengganggu proses cutting. Sedangkan pada pengeboran tanpa *splitting nick* menghasilkan chip panjang, lebar dan membentuk helix yang rapat sehingga lebih sulit untuk keluar dari lubang pengeboran.

Tabel 3. Spindel Loads saat pengeboran (%)

	Depth 5-15	Depth 15-25	Depth 25-35	Depth 35-45	Depth 45-55	Depth 55-65	Depth 65-75	Rata- rata
Twist Drill Tanpa Splitting Nick	24,62	25,25	25,75	26,25	26,375	27,125	27,625	26,14
Twist Drill dengan Splitting Nick	24	24,875	24,75	24,875	25,5	25,625	26	25,08



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai Torsi setiap mata bor

KESIMPULAN

Pemberian *splitting nicks* pada *cutting lips twist drill* memperbaiki bentuk *chips* pada proses pengeboran dengan menjadikan chips yang lebih ramping dan bentuk helik yang renggang sehingga semakin mudah untuk proses evakuasi *chips* dari lubang pengeboran. Hal ini juga menyebabkan beban spindle pengeboran menjadi lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. D. N. Fang, "Slip-line modeling of built-up edge formation in machining," *International Journal of Mechanical Sciences*, Vol 47, pp. 1079-1098, 2005.
- [2] D. Galloway, "Some experiments on the influence of various factors on drill performance," *Transactions of the ASME*, Vol 79, pp. 191-231, 1957.
- [3] L. Xavier, "Effective Parameter For Improving Deep Hole Drilling Process By Conventional Method," *International Journal Of Engineering, Ijert*, pp. 1-10, 2013.
- [4] M. R. B. Worthington, "Predicting breaking with groove type breakers," *International Journal of Machine Tool Design and Research Vol (19)*, p. 121-132, 1979.
- [5] L. G. C. G. S. Matthews, "The thermal effect of skeletal fixation pin insertion in bone," *Journal of Bone and Joint Surgery*, Vol 7, pp. 077-83, 1984.
- [6] W. K. C.H. Kahng, "A Study Of Chip during twist drilling," *SME Trans. NAMRC*, pp. 6-11, 1997.
- [7] R. Whitfield, "A mechanics of cutting approach for the prediction of forces and power in some commercial machining operations," PhD Thesis. The University of Melbourne, Melbourne, 1986.
- [8] M. O. K. Nakayama, "Effect of chip splitting nicks in drilling," *Annals of the Cirp 34 Vol 1*, p. 101-104, 1985.
- [9] M. N. Askhuri, "Perbandingan Chips Morfologi Dan Tingkat Keausan Pada Proses Drilling Dengan Twist Drill Standar Dan Twist Drill Ber Splitting Nicks," *Jurnal Teknika*, 2020.
- [10] N. H. Pranata, "Pengaruh Modifikasi Splitting Nicks Tool Drill Terhadap Spindle Loads Dan Waktu Proses Drilling Material S45c," *Jurnal Teknika*, 2020.
- [11] F. Klocke, "Manufacturing Processes 1", Berlin: Springer, 2011.