

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Mata Bor

Mata bor (*drill*) adalah perkakas yang digunakan untuk membuat lubang atau alur pada suatu material secara efisien, dengan desain geometri pemotongan dan sudut sayat tertentu yang memungkinkan pembentukan lubang berbentuk bulat dengan presisi yang baik; jenis yang paling umum digunakan adalah bor spiral karena memiliki alur berbentuk sekrup yang membantu pembuangan *geram*, sudut potong yang menguntungkan, serta kemampuan untuk diasah kembali tanpa mengubah diameter, sementara secara material umumnya terbuat dari baja kecepatan tinggi (HSS) yang mengandung unsur paduan seperti *karbon*, *kromium*, *tungsten*, *molibdenum*, *vanadium*, dan *kobalt* sehingga memiliki kekuatan dan ketahanan aus yang tinggi dalam proses pemesinan (Leksono dkk., 2024).



Gambar 2.1 Mata bor
(Furqoni, 2022)

2.2 Jenis-Jenis Mata Bor

Mata bor memiliki berbagai fungsi dan jenis yaitu, sebagai berikut:

2.2.1 *Twist Drill*

Twist Drill atau mata bor spiral adalah jenis mata bor yang paling umum digunakan dalam proses pengeboran, berbentuk silinder dengan alur spiral (*Flute*) yang berfungsi untuk memotong material sekaligus mengalirkan serpihan hasil pengeboran keluar dari lubang. Mata bor ini dapat digunakan pada berbagai mesin bor, baik bor tangan maupun bor duduk, serta mampu bekerja pada posisi horizontal maupun vertikal. *Twist Drill* banyak diaplikasikan untuk melubangi berbagai material seperti kayu, plastik, dan logam karena desainnya yang efisien, presisi, serta tersedia dalam berbagai ukuran diameter standar sesuai kebutuhan pekerjaan (Mukhlis & Haripriadi, 2020).



Gambar 2.2 *Twist Drill*
(Salusbury, 2025)

2.2.2 *Masonry Bit*

Masonry Bit adalah jenis mata bor yang digunakan untuk membuat lubang pada permukaan keras seperti batu alam dan semen. Alat ini umumnya dipakai untuk mengebor dinding, beton, maupun batu. Pada bagian ujungnya terdapat pisau pemotong, dan ciri khasnya adalah tingkat kekerasan yang tinggi. Penggunaan *Masonry Bit* tidak hanya berputar, tetapi juga memberikan efek pukulan saat bekerja. Saat ini, ukuran *Masonry Bit* yang tersedia di pasaran berkisar antara 4

hingga 15 mm Selain itu, mata bor ini biasanya digunakan bersama mesin bor tipe hammer drill agar kinerjanya lebih optimal saat menembus material keras. Material pembuatnya umumnya dilapisi karbida (*tungsten carbide*) sehingga lebih tahan aus dan memiliki daya tahan yang lebih lama (Bayu & Prasetyo, 2023).



Gambar 2.3 *Mansory Bit*
(Milne, 2023)

2.2.3 Mata Bor Logam

Mata bor logam merupakan jenis mata bor yang umumnya dipakai untuk membuat lubang pada material seperti kuningan, aluminium, lembaran besi, serta akrilik. Pada kategori ini, terdapat dua varian yang banyak dijumpai di pasaran, yaitu *High Speed Steel* (HSS) dan HSS-Co (*Cobalt*). HSS-Co memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan HSS, sehingga lebih tahan lama saat digunakan. Sementara itu, dari segi harga, HSS biasanya dibanderol lebih mahal dibandingkan HSS-Co (Bayu & Prasetyo, 2023).



Gambar 2.4 Mata bor logam
(Evkaz, 2022)

2.2.4 *Contersink Bit*

Contersink Bit yaitu mata bor yang biasanya banyak digunakan untuk membuat lubang pada kayu dan logam untuk permukaan yang rata dan pada ujung kepala mata bor yang berbentuk kerucut menghasilkan lubang menyudut untuk kepala baut atau skrup dan memiliki sudut 90 derajat berfungsi sebagai pembuat lubang 45 derajat terhadap logam maupun kayu (Bayu & Prasetyo, 2023).



Gambar 2.5 *Contersink Bit*
(LFC, 2022)

2.2.5 Mata Bor kaca Standar

Mata bor kaca standar, sesuai dengan namanya, adalah jenis mata bor yang dirancang khusus untuk mengebor material kaca. Mata bor ini biasanya memiliki

ujung berbentuk runcing menyerupai tombak atau panah, yang memungkinkan menembus kaca lebih halus tanpa menyebabkan retak atau pecah pada permukaan kaca. Selain itu, ujungnya umumnya dilapisi bahan keras seperti karbida agar lebih tahan aus dan mampu bekerja dengan presisi tinggi pada material yang rapuh (Bayu & Prasetyo, 2023).



Gambar 2.6 Mata bor kaca standar
(Furqoni, 2022)

2.3 Material Mata Bor

Pentingnya material pada mata bor sangat menentukan kekerasan, ketahanan panas, dan kegunaannya terhadap berbagai jenis permukaan (seperti kaca, kayu, logam, atau beton). Secara umum, komposisi mata bor terbagi menjadi beberapa kategori material utama:

2.3.1 Mata Bor *High Speed Steel* (HSS)

Mata bor HSS (*High Speed Steel*) merupakan salah satu jenis mata bor yang paling umum digunakan dalam proses pengeboran berbagai material, seperti kayu, *fiberglass*, serta baja lunak. Mata bor ini dikenal karena memiliki ketahanan yang baik terhadap panas dan keausan, sehingga mampu bekerja pada kecepatan tinggi

tanpa mudah mengalami kerusakan, Secara komposisi, mata bor HSS tersusun dari baja berkualitas tinggi yang dipadukan dengan berbagai unsur tambahan untuk meningkatkan performanya. Unsur-unsur tersebut meliputi *karbon* (C) yang berperan dalam meningkatkan kekerasan, *tungsten* (W) yang membantu menjaga kekuatan pada suhu tinggi, *vanadium* (V) untuk meningkatkan ketahanan aus, *molybdenum* (Mo) yang menambah ketangguhan, *kromium* (Cr) yang berfungsi meningkatkan ketahanan terhadap korosi, serta *kobalt* (Co) yang berperan dalam meningkatkan ketahanan panas. Kombinasi unsur-unsur ini menjadikan mata bor HSS memiliki sifat mekanis yang unggul dan cocok digunakan untuk berbagai kebutuhan pengeboran (Austin dkk., 2024).



Gambar 2.7 Mata bor HSS
(Rajaindotools., 2020)

2.3.2 Mata Bor *Carbide*

Mata bor karbida padat (*solid carbide*) merupakan jenis mata bor yang seluruh strukturnya terbuat dari material karbida, bukan hanya dilapisi pada bagian tertentu. Karakteristik ini memberikan tingkat kekerasan, ketahanan aus, dan stabilitas yang sangat tinggi dibandingkan mata bor *High Speed Steel* (HSS).

Dengan kekuatan material yang merata di seluruh bagian, mata bor ini mampu mempertahankan ketajaman ujung potong dalam waktu lebih lama, bahkan saat digunakan pada material keras seperti baja paduan atau logam dengan kekuatan tinggi.

Oleh karena itu, mata bor karbida padat menjadi pilihan optimal untuk menghasilkan lubang dengan presisi tinggi, permukaan halus, serta konsistensi kualitas dalam proses pengeboran; meskipun keras mata bor ini lebih mudah patah jika digunakan pada sudut atau tekanan yang salah, di sisi lain, material ini memerlukan peralatan khusus seperti roda gerinda intan dan keahlian teknis tertentu untuk mengasahnya kembali jika sudah tumpul, berbeda dengan HSS yang relatif lebih mudah untuk diasah (Austin dkk., 2024).



Gambar 2.8 Mata Bor *Carbide*
(Acarbide, 2024)

2.3.3 Mata Bor Kobalt

Mata bor *kobalt* merupakan jenis mata bor yang memiliki kandungan unsur *kobalt* (Co) lebih tinggi, yaitu sekitar 5–8% dibandingkan dengan mata bor *High-Speed Steel* (HSS). Penambahan unsur ini memberikan peningkatan pada kekuatan dan kekerasan material, serta meningkatkan ketahanannya terhadap suhu tinggi saat proses pengeboran berlangsung.

Ketika digunakan, gesekan antara mata bor dan benda kerja akan menghasilkan panas. Pada kondisi ini, mata bor biasa cenderung lebih cepat tumpul. Namun, mata bor *kobalt* mampu mempertahankan ketajamannya karena memiliki ketahanan panas yang lebih baik. Hal inilah yang membuatnya lebih awet dan tidak mudah rusak meskipun digunakan secara terus-menerus, secara konstruksi, mata bor ini dilengkapi dengan dua alur (*Flute*) yang berfungsi untuk memperlancar pembuangan serpihan hasil pengeboran dari dalam lubang. Hal tersebut tidak hanya mempercepat proses kerja, tetapi juga membantu memperpanjang umur pakai alat.

Dalam penggunaannya, mata bor *kobalt* sangat efektif untuk mengebor material yang memiliki tingkat kekerasan tinggi, seperti baja tahan karat dan berbagai jenis baja keras lainnya, sehingga sering digunakan dalam pekerjaan teknik yang menuntut ketahanan dan presisi tinggi (Supriyanto dkk., 2019)



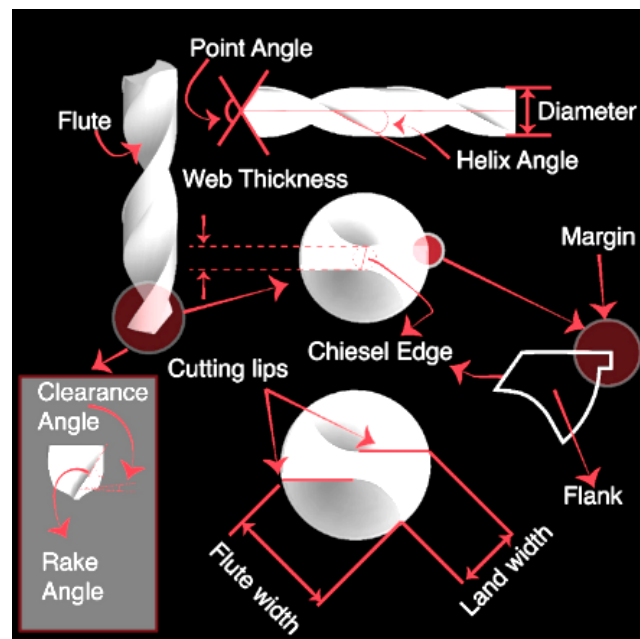
Gambar 2.9 Mata bor kobalt
(DCAP, 2025)

2.4 Geometri Mata Bor

Geometri mata bor merupakan bentuk dan susunan sudut serta bagian-bagian utama pada mata bor yang menentukan seberapa efektif kinerja mata bor dalam

memotong material proses pengeboran membuang serpihan (*gram*) serta menghasilkan kualitas dan akurasi lubang.

Geometri mata bor secara langsung mempengaruhi mekanika pengeboran logam. Mata bor dapat dibagi menjadi tiga bagian; drill point, body, dan bagian lain. Bagian pada drill point antara lain adalah point angle, *Chisel edge*, web thickness, rake angle, dan clearance angle. Bagian body terbentuk berdasarkan *Helix angle* dan *Flute*. Fitur lain dikategorikan sebagai bagian lain-lain, yaitu, margin bor, diameter, material, serta pendinginan internal (EKO, 2023).



Gambar 2.10 Geometri mata bor
(Akhbar, 2021)

2.4.1 Point (Ujung Mata Bor)

Point ujung mata bor (*point angle* atau *drill point*) adalah bagian penting pada mata bor tempat dua bibir potong bertemu dan membentuk sudut tajam. Sudut ini menentukan cara mata bor memotong material, biasanya 118° untuk bahan lunak

dan 135° untuk bahan keras. Selain memengaruhi kecepatan dan stabilitas pengeboran, desain ujung seperti split point juga membantu meningkatkan presisi tanpa perlu pengeboran awal.

Fungsinya adalah untuk memulai lubang, menjaga posisi bor agar tidak bergeser, serta membantu pembuangan serpihan. Pemilihan sudut harus disesuaikan dengan material. 118° cocok untuk aluminium atau kayu, sedangkan 135° untuk baja keras. Ujung mata bor juga berpengaruh pada kualitas lubang, gaya dorong, serta ketahanan alat selama digunakan (Leksono dkk., 2024).



Gambar 2.11 Poin (Ujung Mata Bor)
(Mesin, 2021)

2.4.2 *Chisel edge* (Ujung Inti)

Chisel edge adalah bagian tengah pada ujung mata bor yang tidak memiliki fungsi pemotongan langsung, melainkan berfungsi sebagai penekan material sebelum dipotong oleh cutting edge. Bagian ini biasanya memiliki ketebalan tertentu yang disebut *web thickness*. Semakin besar ketebalan web, semakin besar gaya dorong yang diperlukan saat pengeboran.

Chisel edge memiliki kontribusi yang sangat tinggi terhadap nilai *thrust force* selama proses pengeboran berjalan sehingga sangat berpengaruh terhadap nilai temperatur (EKO, 2023).

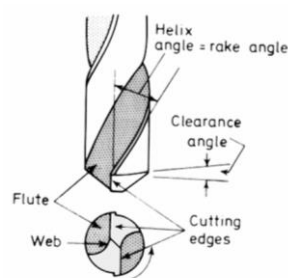


Gambar 2.12 *Chisel edge* (Ujung Inti)
(RUKO, 2026)

2.4.3 *Clearce (Relief) Angel*

clearance angle (Relief) adalah Sudut bebas yang berada pada sisi *flank* atau sayap dimana berfungsi sebagai pembuat jalur keluarnya puing-puing tanpa pengaruh dari sisi bor. pada pemakaian secara umum sudut clearance berada antara 8° hingga 15° . Pada nilai sudut clearance yang tidak memadai akan menyebabkan bor macet atau pecah karena gaya pemotongan yang terlalu tinggi pada pengeboran.

Sebaliknya sudut yang berlebihan dapat meningkatkan suhu bor karena *cutting lips* yang tidak cukup memadai dalam mengevakuasi material sehingga menimbulkan panas dalam lubang bor, sudut bebas yang optimal seperti sudut bebas terbukti mempengaruhi distribusi panas dan kualitas hasil lubang secara signifikan, terutama pada material logam (EKO, 2023).

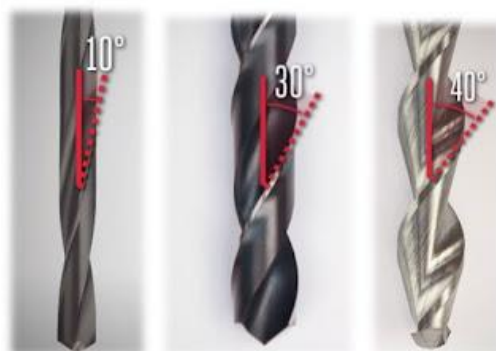


Gambar 2.13 *Clearce angel*
(Pande, 2018)

2.4.4 *Helix*

Sudut *heliks* adalah sudut antara alur spiral (*Flute*) dan sumbu longitudinal mata bor, yang juga merupakan sudut antara sumbu utama (*drill axis*) dengan sisi ulir (*drill land*). Sudut ini berfungsi mengontrol aliran *geram* serta memengaruhi sudut rake, di mana peningkatan sudut *heliks* akan meningkatkan sudut rake. Berdasarkan besarnya, sudut *heliks* diklasifikasikan menjadi tiga kategori: lambat (10° – 22°), umum (28° – 32°), dan cepat (34° – 40°).

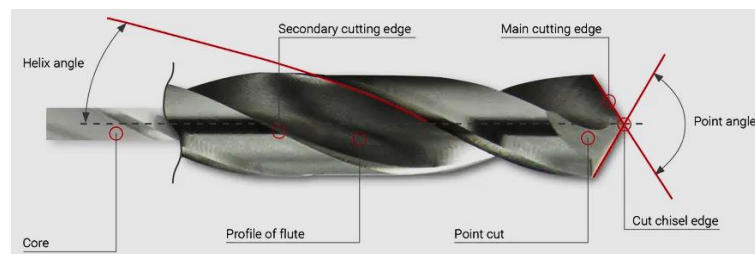
Sudut *heliks* besar mempercepat pembuangan *geram*, cocok untuk material lunak, sedangkan sudut kecil memberikan kekuatan struktur lebih baik untuk material keras. Pada pengeboran, *heliks* cepat disukai karena kemampuannya mencegah penyumbatan, namun penggunaannya belum optimal akibat kurangnya kekakuan (*rigidity*). Secara umum, geometri sudut *heliks* berperan dalam distribusi panas dan efisiensi pemotongan; aliran *geram* yang tidak optimal akan meningkatkan gesekan, suhu pengeboran, serta keausan pahat. Oleh karena itu, desain sudut *heliks* harus menyeimbangkan kekuatan struktur dan kemampuan pembuangan *geram* (EKO, 2023).



Gambar 2.14 *Helix*
(Mesin, 2021)

2.4.5 *Flute* (Alur Mata Bor)

Flute merupakan alur spiral pada badan mata bor yang berfungsi untuk mengalirkan *geram* keluar dari lubang serta sebagai jalur distribusi *fluida* pendingin. Desain *Flute* sangat penting karena berkaitan langsung dengan efisiensi proses pengeboran dan kualitas lubang yang dihasilkan, Jumlah *Flute* dapat berpengaruh secara signifikan terhadap proses pengeboran, variasi jumlah *Flute* terdiri dari satu hingga empat buah *Flute* (EKO, 2023).



Gambar 2.15 *Flute* (alur mata bor)
(RUKO, 2026)

2.5 CNC (*Computer Numerical Control*)

Computer Numerical Control (CNC) merupakan teknologi revolusioner yang mengotomatisasi pengendalian mesin milling, Mesin CNC menggunakan pemrograman numerik, biasanya dalam bentuk G-code, untuk dengan tepat mengarahkan kedalaman, kecepatan (rpm), laju pemakanan (*feed Rate*) jalur alat, dan gerakan. memungkinkan melakukan macam proses permesinan Teknologi ini menjamin presisi tinggi dan yang sangat penting untuk menciptakan bagian yang kompleks dan dapat diandalkan. Komponen krusial yang meningkatkan produktivitas dengan mengurangi pengendalian manual adalah otomatisasi. Pada dasarnya, CNC telah mengubah industri manufaktur dengan membuat produksi

komponen yang rumit dengan presisi yang tak tertandingi menjadi mungkin (Kurniawan, 2024)



Gambar 2.16 Mesin CNC
(Said, 2020)

2.6 Pengasahan Mata Bor

Proses pengasahan merupakan suatu upaya pemeliharaan dan perbaikan geometri alat potong yang bertujuan untuk mengembalikan ketajaman serta meningkatkan performa pemotongan. dilakukan dengan cara menggesekkan atau menyentuhkan permukaan alat potong terhadap batu gerinda abrasif yang berputar menggunakan mesin gerinda. Dalam proses ini terjadi mekanisme pelepasan material (*material removal*) melalui aksi butiran abrasif pada batu gerinda yang berfungsi sebagai mata potong mikro. butiran abrasif tersebut akan mengikis permukaan logam secara bertahap hingga terbentuk sudut potong (*cutting edge*) yang sesuai dengan kebutuhan proses permesinan.

Secara teknis, proses pengasahan termasuk dalam kategori proses pemesinan abrasif (*abrasive machining*), di mana penghilangan material terjadi akibat interaksi antara partikel abrasif dan benda kerja dengan kecepatan tinggi. Parameter penting dalam proses ini meliputi kecepatan putar batu gerinda dan tekanan kontak (Wihelman Putra dkk., 2022)



Gambar 2.17 Pengasahan Mata Bor
(Rahayu, 2024)

2.7 Mesin Asah Universal

Mesin asah Universal adalah alat grinda presisi yang dirancang untuk mengasah berbagai jenis alat potong, seperti mata bor *High - Speed Steel* (HSS), carbida, endmill diameter 3-16 mm. Prinsip kerja dari mesin asah universal putaran motor listrik memutar batu gerinda (*grinding wheel*) yang terpasang pada poros motor listrik, Proses penyayatan terjadi karena *tools* disentuhkan secara halus terhadap mata gerinda yang mengikis mata pahat tersebut. kemudian bergesekan dengan benja kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan, umumnya batu gerinda yang dipakai pada mesin asah universal menggunakan kekasaran grit 80.

Mesin asah universal memiliki keunggulan dibagian *universal grinding attachment* yang berguna mencekam (*Collet*) dan pada bagian bawah terdapat engsel yang bisa di putar hingga 360° yang memungkinkan pengaturan sudut akurat untuk end mill, bor spiral, atau pahat. dapat juga membentuk radius, tirus (0-180°) dengan adanya *Collet* berfungsi penjepit presisi tinggi yang digunakan untuk memegang alat benda kerja tetap stabil selama proses pengasahan (Putra dkk., 2022).



Gambar 2.18 Mesin Asah Universal
(Alibaba.com, 2026)

2.8 Idikator.lubang pengeboran (inspeksi visual)

Idikator hasil pengeboran pada material aluminium seringkali digunakan karena Kualitas lubang hasil pengeboran sangat dipengaruhi oleh parameter pemotongan, kondisi mata bor, geometri pahat, serta sifat material yang dikerjakan. Pada material aluminium, cacat hasil pengeboran sering terjadi karena aluminium memiliki sifat lunak, ulet (*ductile*), dan mudah mengalami deformasi plastis selama proses pemotongan(Henry Widya Prasetya & Nurul Fitria Apriliani, 2024)

Tabel 2.1 idikator kualitas lubang secara visual

Idikator	Standar" (Baik)	Kualitas sedang	Kualitas buruk
Burr	Tidak ada	Burr sedikit terlihat jelas	Burr tinggi & tidak beraturan
Kebulatan lubang	Bulat	Sedikit oval	Oval dan melebar
Dinding lubang mengkilap	Mengkilap	Samar-samar buram	Buram alur spiral terlihat

2.9 Aluminium 6061

Aluminium seri 6061 adalah salah satu jenis material yang banyak penerapannya pada industri maju karena memiliki keunggulan dari bagian sisi yaitu seperti kemampuan permesinan yang baik, penyelesaian permukaan sempurna, kekuatan yang tinggi dan ringan, serta tahan terhadap korosi, Aluminium 6061 punya *machinability* sangat baik, memungkinkan pemotongan, pengeboran dan pembentukan tanpa kesulitan besar, bahkan pada mesin CNC berkecepatan tinggi, material ini stabil dimensi saat dipanaskan, minim *distorsi*, dan menghasilkan serpihan yang mudah dibersihkan, sehingga mengurangi *downtime* mesin (Pradani dkk., 2020).



Gambar 2.19 Material Auluminium 6061
(WayKen, 2025)