JABATAN PEMBANGUNAN KEMAHIRAN (JPK)
TINGKAT 7-8, BLOK D4, KOMPLEKS D,
PUSAT PENTADBIRAN KERAJAAN PERSEKUTUAN,
62530 PUTRAJAYA

KERTAS PENERANGAN

KOD DAN NAMA PROGRAM	C259-006-3:2020 CNC MACHINING OPERATION	
TAHAP	3	
KOD DAN TAJUK UNIT KOMPETENSI	C259-006-3:2020-C03 CNC ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE (EDM) DIE SINKING MACHINE OPERATION	
NO. DAN PENYATAAN AKTIVITI KERJA	1. PERFORM CNC EDM DIE SINKING MACHINE DAILY MAINTENANCE. 2. INTERPRET PRODUCTION TECHNICAL DRAWING. **3. SET UP CNC EDM DIE SINKING MACHINE AND ACCESSORIES.** **4. SET UP CNC EDM DIE SINKING WORKPIECE.** **5. SET UP CNC EDM DIE SINKING ELECTRODE.** 6. RETRIEVE CNC EDM DIE SINKING PROGRAM. 7. PERFORM CNC EDM DIE SINKING OPERATION. 8. INSPECT FINISHED PRODUCT. 9. PERFORM CNC EDM DIE SINKING MACHINE DAILY HOUSEKEEPING.	
NO. KOD	C259-006-3:2020-C03/KP(2/5)	Muka Surat**:** 1/39

TAJUK:

PELARASAN MESIN CNC EDM *DIE SINKING*

TUJUAN:

Kertas Penerangan ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan kefahaman kepada pelatih tentang kerja-kerja pelarasan mesin CNC EDM *die sinking.*

PENERANGAN:

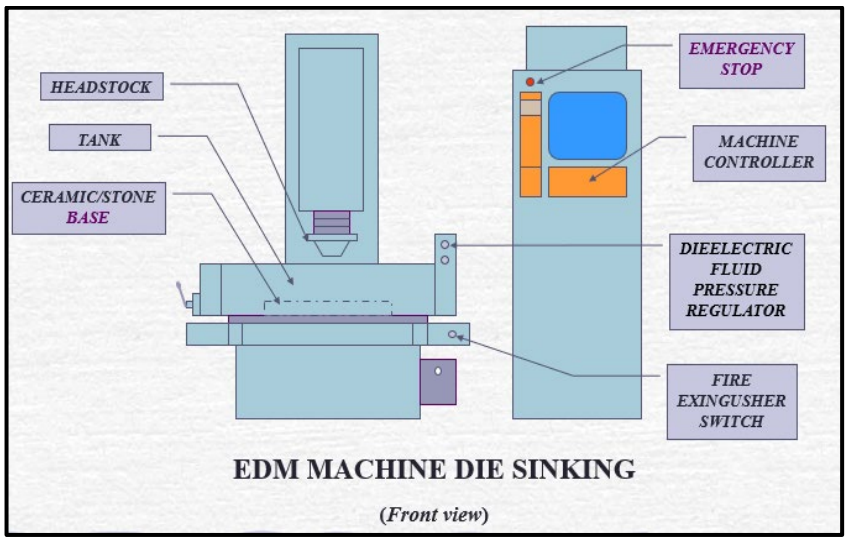
Mesin CNC EDM *die sinking* merupakan sejenis mesin EDM yang menggunakan elektrod dan media penyejuk yang boleh menghasilkan percikan elektrik dari kutub positif dan kutub negatif dalam proses pemotongan. Pengguna perlu mengisikan program koordinat (G kod dan M kod) dengan lengkap untuk menghasilkan bentuk benda kerja yang dikehendaki. Mesin CNC EDM *die sinking* mempunyai pelbagai jenis aksesori yang membantu dalam mengendalikan kelancaran proses pemotongan bahan kerja.

1) PENGENALAN OPERASI CNC EDM *DIE SINKING*

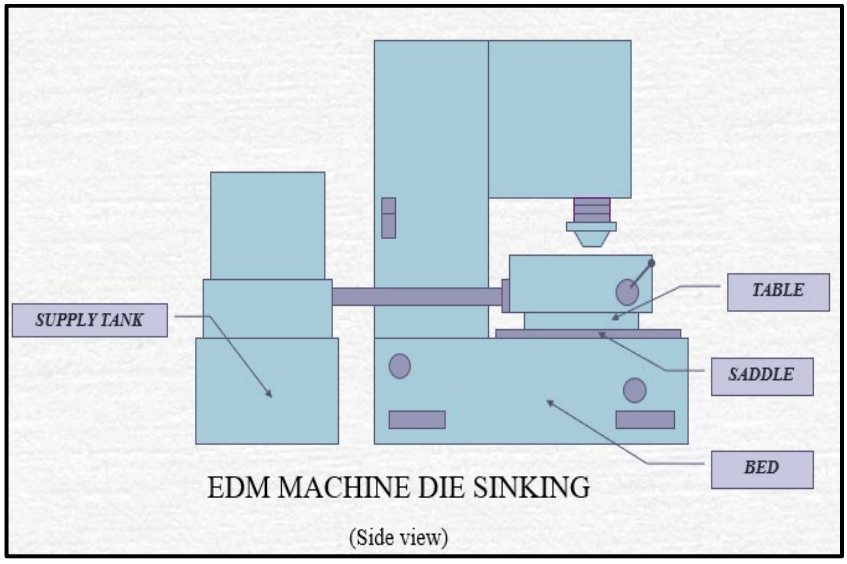
Operasi memotong pada EDM ialah satu proses yang menggunakan cas elektrik atau *spark erosion* yang boleh dikawal. Melalui percikan elektrik yang terhasil berupaya menghakis pada bahan kerja. Mata pemotong (elektrod), perlulah menggunakan bahan pengalir elektrik yang baik untuk digunakan dalam operasi pemesinan. Rajah 1 ialah mesin CNC EDM *die sinking,* manakala Rajah 2 dan Rajah 3 menunjukkan nama-nama bahagian mesin CNC EDM *die sinking*.



Rajah 1: Mesin CNC EDM *Die Sinking*



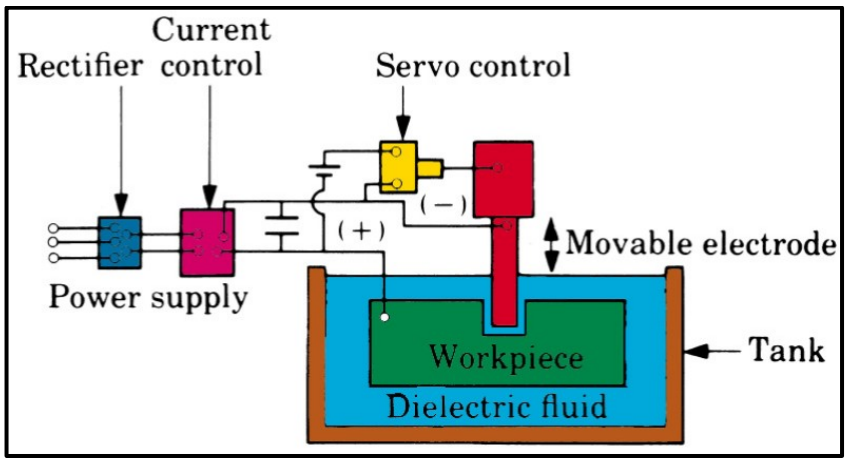
Rajah 2: Bahagian Pada Mesin CNC EDM *Die Sinking* (Pandangan Hadapan)



Rajah 3: Bahagian Pada Mesin CNC EDM *Die Sinking* (Pandangan Tepi)

1.1) Operasi Mesin

Mengendalikan mesin CNC EDM *die sinking* melibatkan penggunaan teknologi untuk mencipta bentuk yang sangat rumit dan tepat pada bahan kerja. Keperluan pemahaman yang baik tentang prinsip pemesinan, pengaturcaraan CNC dan pengetahuan tentang kawalan dan perisian mesin tertentu adalah sangat diperlukan. Rajah 4 menunjukkan unsur-unsur untuk proses CNC EDM die sinking.



Rajah 4: Unsur-Unsur Bagi Proses CNC EDM *Die Sinking*

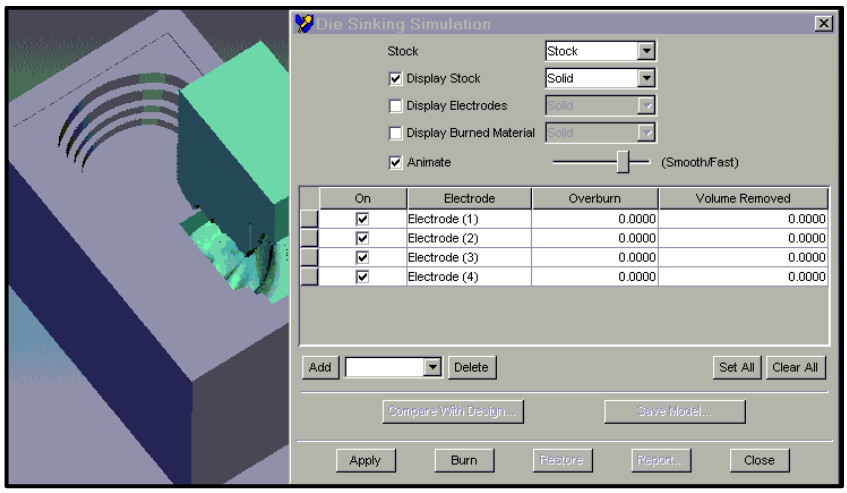
Elektrod bergerak secara turun dan naik pada selang masa yang boleh dikawal sepanjang proses pemesinan. Apabila arus elektrik melalui *(passed through)* elektrod dan benda kerja, dielektrik akan ter*'ion'* dan terjadilah *spark* (percikan api). Pada kesan *spark* bersuhu **8000 ºC – 12000 ºC** akan menyebabkan terjadinya pencairan bahan yang setempat pada permukaan benda kerja. Bahan yang telah cair ini akan beku semula menjadi butiran karbon yang dan ia akan dibersihkan oleh dielektrik. Berikut ialah gambaran keseluruhan proses:

a) Penyediaan dan persediaan

Bahan kerja: Pilih bahan bahan kerja (biasanya logam seperti keluli, aluminium atau tembaga) dan pasangkannya dengan selamat pada meja kerja mesin.

Elektrod: Pilih bahan elektrod yang sesuai berdasarkan bahan bahan kerja. Elektrod adalah alat yang akan menghakis bahan bahan kerja melalui nyahcas elektrik.

Penjanaan laluan alat (*toolpath generation*): Cipta model CAD/CAM bagi bentuk yang diingini dan hasilkan laluan alat yang akan diikuti oleh mesin EDM untuk membentuk bahan kerja. Rajah 5, reka bentuk hasil bahan kerja berdasarkan bahan kerja.



Rajah 5: Simulasi Reka Bentuk Bahan Kerja Dan Elektrod

b) Persediaan mesin

Pemasangan Elektrod: Pasang elektrod pada pemegang elektrod atau chuck mesin. Pastikan ia dijajar dan diketatkan dengan betul.

Bendalir dielektrik: Isi kawasan kerja mesin dengan bendalir dielektrik, yang bertindak sebagai penebat dan penyejuk semasa proses EDM.

c) Proses pelaksanaan

Permulaan: Hidupkan mesin dan muatkan program CNC yang mengandungi arahan laluan alat.

Pendekatan awal: Elektrod menghampiri bahan kerja di bawah arahan program CNC. Jurang kecil dikekalkan antara elektrod dan bahan kerja.

Penjanaan percikan: Apabila elektrod semakin hampir dengan bahan kerja, nyahcas elektrik terkawal (percikan api) terhasil antara bahan dengan elektrod. Percikan api ini menghakis bahan bahan kerja.

Penyingkiran bahan: Nyahcas elektrik menyebabkan kawah kecil atau "rongga" dalam bahan kerja. Cecair dielektrik membuang zarah terhakis, menghalangnya daripada memendap semula pada bahan kerja.

d) Kawalan dan pemantauan

Parameter: Pantau dan selaraskan parameter proses seperti arus nyahcas, voltan, tempoh nadi dan kadar suapan servo. Tetapan ini menentukan kadar penyingkiran bahan dan kualiti keseluruhan bahagian siap.

Kawalan Kualiti: Periksa bahan kerja secara berkala untuk memastikan bahawa dimensi dan kemasan permukaan berada dalam spesifikasi.

e) Penyelesaian dan penamat

Hantaran penamat: Bergantung pada ketepatan yang diingini dan kemasan permukaan, proses itu mungkin melibatkan berbilang hantaran dengan elektrod yang semakin halus.

Haus elektrod: Elektrod haus dari semasa ke semasa disebabkan oleh proses EDM. Gantikan atau asah semula elektrod mengikut keperluan.

Pembersihan: Selepas proses pemesinan, bersihkan bahan kerja untuk mengeluarkan sebarang sisa atau serpihan daripada cecair dielektrik.

f) Pasca pemprosesan

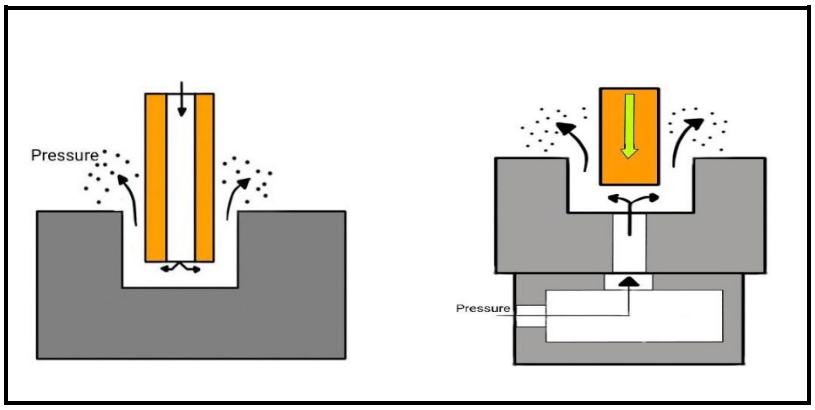
Penyahionan: Selepas pemesinan selesai, bahan kerja dan elektrod mungkin perlu melalui proses penyahionan untuk mengeluarkan sebarang cas elektrik yang tinggal.

Pemeriksaan: Periksa bahan kerja siap untuk ketepatan, kemasan permukaan dan sebarang kecacatan. Buat sebarang pelarasan atau pembetulan yang perlu.

1.2) Jenis-Jenis Bilasan

a) Bilasan tekanan (*pressure flushing*)

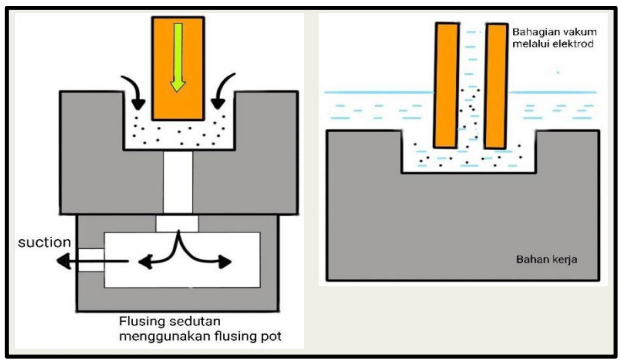
Kaedah ini ialah dengan mengalirkan dielektrik pada tekanan yang tinggi melalui lubang yang ditebuk pada elektrod atau benda kerja. Dielektrik akan mengalirkan butiran karbon keluar dari kawasan spark gap. Rajah 6, adalah bilasan tekanan dan bilasan tekanan yang menggunakan bilasan pot.



Rajah 6: Bilasan Tekanan Dan Bilasan Tekanan Menggunakan Bilasan Pot

b) Bilasan sedutan (*suction flushing*)

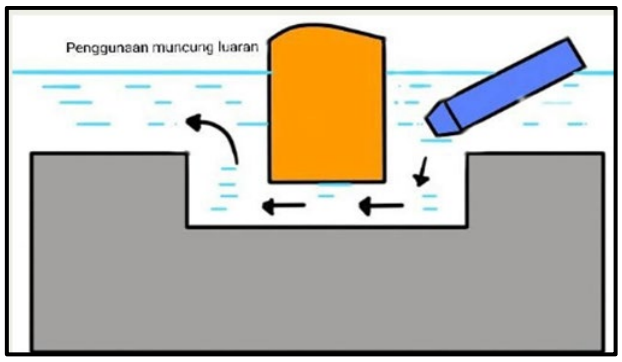
Kaedah ini ialah dengan menyedut dielektrik melalui lubang yang ditebuk pada elektrod atau benda kerja. Dielektrik yang mengandungi butiran karbon akan disedut keluar dari kawasan spark gap. Rajah 7, adalah bilasan sedutan.



Rajah 7: Bilasan Sedutan

c) Bilasan tepi (*side flushing*)

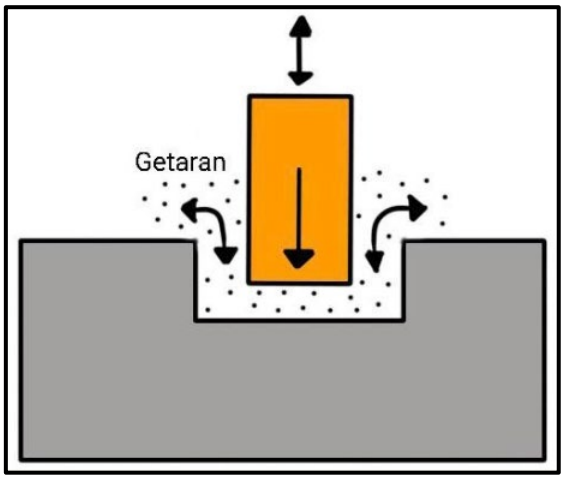
Bilasan tepi dilakukan apabila elektrod atau benda kerja tidak boleh ditebuk. Dielektrik disembur terus ke tempat yang paling sesuai. Rajah 8, adalah bilasan tepi.



Rajah 8: Bilasan Tepi

d) Bilasan hasil gerakan elektrod (*vibration flushing*)

Sedutan dan tekanan (*pumping and sucking*) dielektrik yang disebabkan oleh gerakan elektrod akan menyebabkan dielelektrik menolak keluar butiran karbon dari kawasan spark gap. Kaedah ini hanya sesuai untuk lubang kecil, lubang tidak tembus dan lubang dalam kerana tiada kaedah lain yang sesuai. Rajah 9, adalah *flushing* hasil gerakan elektrod.



Rajah 9: Bilasan Hasil Gerakan Elektrod

2) JENIS- JENIS AKSESORI CNC EDM *DIE SINKING*

Terdapat pelbagai aksesori yang digunakan bersama-sama dengan mesin CNC EDM *die sinking* untuk meningkatkan keupayaan mesin, kecekapan dan mencapai hasil yang lebih tepat. Pilihan aksesori bergantung pada keperluan khusus tugas pemesinan dan keupayaan mesin CNC EDM yang digunakan Berikut ialah beberapa jenis aksesori biasa yang digunakan dalam operasi CNC EDM *die sinking*:

2.1) Pemegang Elektrod

Aksesori ini memegang elektrod dengan selamat pada tempatnya semasa proses pemesinan. Rajah 10, menunjukkan beberapa jenis pemegang elektrod.

 *Square Electrode Holder (Stainless Steel)*	 *Square Electrode Holder (Brass)*
 *Gate Holding Device*	 *Blank Electrode Holder* (*Brass*)

Rajah 10: Jenis-Jenis Pemegang Elektrod

2.2) Alat Pengikat (*Clamping Device*)

Alat pengikat untuk mesin CNC EDM die sinking adalah komponen penting yang digunakan untuk memegang benda kerja selama proses pemesinan EDM. Pemilihan alat pengikat yang tepat mempengaruhi keberhasilan dan kualiti pemesinan.

a) Meja magnetik (*magnetic table*)

Benda kerja keluli yang berbentuk kepingan tebal dan ukuran yang besar sangat sesuai dipegang dengan menggunakan meja magnet. Ia adalah cepat dan tepat. Rajah 11, adalah contoh meja magnetik.



Rajah 11: Meja Magnetik

b) Pengapit dan blok selari

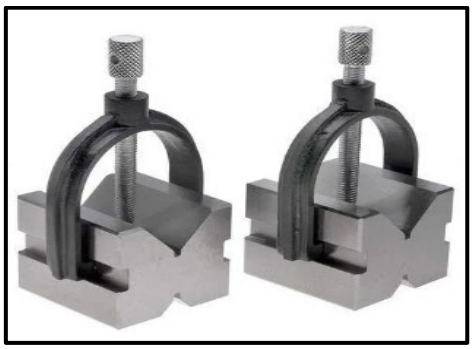
Alat ini digunakan untuk mengapit benda kerja berbentuk kepingan dan benda kerja tersebut perlu dimesin (*erosion*) hingga tembus. Rajah 12, pengapit dan blok selari.



Rajah 12: Pengapit dan Blok Selari

c) V Blok

Benda kerja berbentuk silinder boleh diapit dengan bantuan V blok. Rajah 13, menunjukkan bagaimana V blok boleh memudahkan kerja mengapit benda kerja berbentuk silinder.



Rajah 13: V Blok

2.3) Bendalir Dielektrik

Pelbagai cecair dielektrik digunakan semasa proses EDM untuk menyediakan penebat dan penyejukan. Sesetengah cecair dikhususkan untuk aplikasi tertentu, seperti pemesinan berkelajuan tinggi atau kemasan halus. Terdapat beberapa jenis cecair dielektrik iaitu :

a) *Light lubricating oils*
b) *Transformers oils*
c) *Silicon-Base*
d) *Hydrocarbon*

Rajah 14 menunjukkan bendalir dielektrik.



Rajah 14: Bendalir Dielektrik

3) SPESIFIKASI BAHAN KERJA

Spesifikasi bahan kerja boleh berbeza-beza dengan ketara berdasarkan aplikasi khusus dan keperluan projek. Saiz, bahan dan bentuk yang dinyatakan di atas hanyalah sampel dan mungkin tidak digunakan untuk keperluan khusus. Pastikan untuk menentukan dimensi tepat, sifat bahan dan bentuk yang sesuai dengan projek tertentu dan matlamat pemesinan.

Apabila mentakrifkan spesifikasi bahan kerja, pertimbangkan faktor seperti aplikasi yang dimaksudkan, toleransi dimensi, keperluan kemasan permukaan dan sebarang pertimbangan khas lain yang mungkin menjejaskan proses pembuatan atau kefungsian produk akhir. Adalah penting untuk mengetahui spesifikasi ini dengan jelas dan tepat untuk memastikan operasi pemotongan EDM berjalan dengan sempurna. Sebagai contoh spesifikasi bahan kerja seperti Jadual 1, di bawah**.**

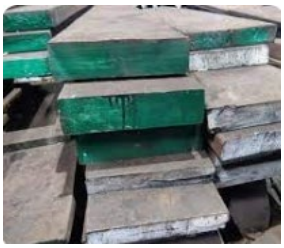
3.1) Saiz

Saiz bahan kerja akan menentukan dimensi keseluruhan bahan yang perlukan. Pertimbangkan panjang, lebar dan ketinggian bahan kerja.

3.2) Bahan

Pilihan bahan kerja adalah penting untuk mencapai hasil yang tepat dan berkualiti tinggi. Berikut adalah beberapa bahan biasa yang digunakan dalam CNC EDM *die sinking*. Pemilihan bahan kerja dan bahan elektrod hendaklah berdasarkan faktor seperti kemasan permukaan yang dikehendaki, keperluan ketepatan, sifat bahan, dan ciri khusus mesin CNC EDM yang digunakan. Selain itu, pertimbangan harus diberikan kepada faktor seperti haus elektrod, kelajuan pemesinan dan potensi interaksi bahan semasa proses EDM dijalankan. Jadual 1 menunjukkan contoh bahan.

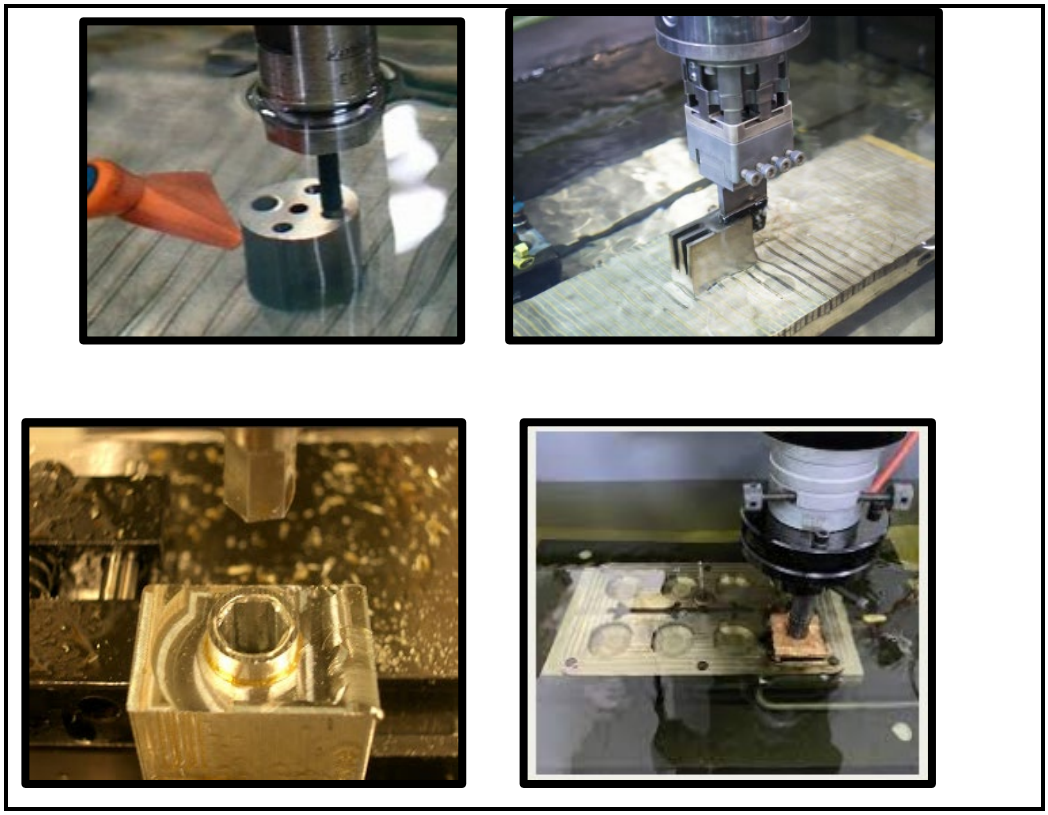
Jadual 1: Contoh Bahan

BIL	Spesifikasi Bahan Kerja	Jenis Bahan	Bentuk Bahan
1.	**Blok segi empat sisi sama** Panjang: 300 mm (12 inci) Lebar : 50 mm (2 inci) Tebal : 100 mm (4 inci)	Keluli lembut	
2	**Bar bulat** Diameter: 25 mm (1 inci) Panjang: 300 mm (12 inci)	Aluminium	
3	**Bar poligon** Diameter: 50 mm (2 inci) Panjang: 300 mm (12 inci)	Keluli tahan karat	
4	**Blok segi empat tepat** Panjang: 300 mm (12 inci) Lebar : 50 mm (2 inci) Tebal : 50 mm (2 inci)	Keluli alat SKD 11	
5	**Kepingan loyang** Panjang: 300 mm (12 inci) Lebar : 300 mm (12 inci) Tebal : 3 mm (0.12 inci)	Loyang	

BIL	Spesifikasi Bahan Kerja	Jenis Bahan	Bentuk Bahan
6	**Bar rata** Panjang: 120 mm (4.72 inci) Lebar : 80 mm (3.15 inci) Tebal : 40 mm (1.57 inci)	Tembaga	

3.3) Bentuk

Bentuk bahan kerja boleh berbeza secara meluas bergantung pada aplikasi khusus dan produk akhir yang diingini. CNC EDM *die sinking* biasanya digunakan untuk mencipta bentuk, rongga dan ciri yang rumit dalam pelbagai jenis bahan. Rajah 15, adalah contoh bentuk bahan kerja pemesinan CNC EDM die sinking. Berikut ialah beberapa jenis bentuk bahan kerja biasa:



Rajah 15: Contoh Bentuk Bahan Kerja Pemesinan CNC EDM *Die Sinking*

a) Rongga kompleks: Salah satu aplikasi utama tenggelam mati EDM adalah untuk mencipta rongga dan bentuk rumit yang sukar dicapai menggunakan kaedah pemesinan konvensional. Rongga ini boleh digunakan dalam acuan,

acuan dan komponen untuk industri seperti aeroangkasa, automotif dan elektronik.

b) Acuan dan dies: EDM *die sinking* kerap digunakan untuk mengeluarkan acuan untuk pengacuan suntikan, tuangan die dan proses pembuatan lain. Acuan ini boleh mempunyai bentuk dan ciri yang kompleks yang direplikasi dengan tepat menggunakan EDM.

c) Profil rumit: Bahan kerja dengan profil yang rumit dan terperinci, seperti gear, bilah turbin dan implan perubatan, boleh dimesin dengan berkesan.

d) Alat pemotong: digunakan untuk mencipta geometri alat pemotong yang rumit, seperti kilang akhir, gerudi dan sisipan. Ini membolehkan pengeluaran alat dengan tepi tajam dan ciri yang kompleks.

e) Komponen perubatan: Industri perubatan sering memerlukan komponen yang rumit dan berbentuk tepat, seperti implan pergigian, instrumen pembedahan dan peranti ortopedik. EDM *die sinking* boleh menghasilkan komponen ini dengan tepat.

f) Komponen elektrik: EDM *die sinking* boleh digunakan untuk mencipta ciri tepat pada komponen elektrik seperti penyambung, sesentuh dan tempat penderia.

g) Permukaan bertekstur: Bahan kerja dengan permukaan bertekstur atau bercorak boleh dimesin menggunakan EDM die sinking. Ini sering digunakan dalam industri seperti automotif, di mana tekstur estetik dan berfungsi diperlukan.

h) *Coining dies*: Dalam industri mencetak syiling, EDM die sinking digunakan untuk mencipta *coining dies* yang rumit dengan ketepatan tinggi dan butiran halus.

i) Barang kemas: Industri perhiasan menggunakan tenggelam mati EDM untuk mencipta reka bentuk yang kompleks dan terperinci pada logam berharga dan batu permata.

j) Komponen aeroangkasa: Komponen untuk industri aeroangkasa, termasuk bilah turbin, ram dan bahagian enjin lain, selalunya memerlukan bentuk yang rumit dan dimensi tepat yang boleh dicapai melalui EDM.

4) JENIS-JENIS ALAT PENGIKAT CNC EDM *DIE SINKING*

4.1) Ragum

Penggunaan ragum tepat sesuai untuk benda kerja kepingan bersegi yang sederhana besar, tebal dan benda kerja berukuran kecil. Benda kerja boleh diapit dengan cepat dan tepat. Untuk memudahkan kerja, ragum dijajar terlebih dahulu sebelum benda kerja diapit Rajah 16, ragum tepat yang boleh digunakan untuk mengikat bahan.

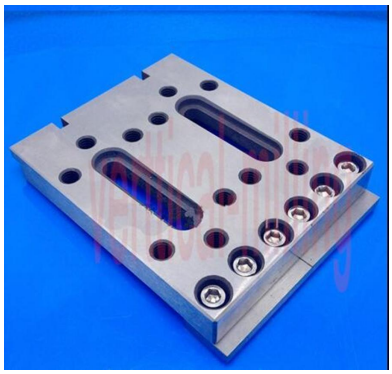
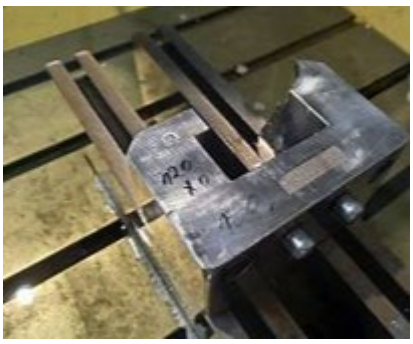


Rajah 16: Ragum Tepat

4.2) Lekapan (*Fixture)*

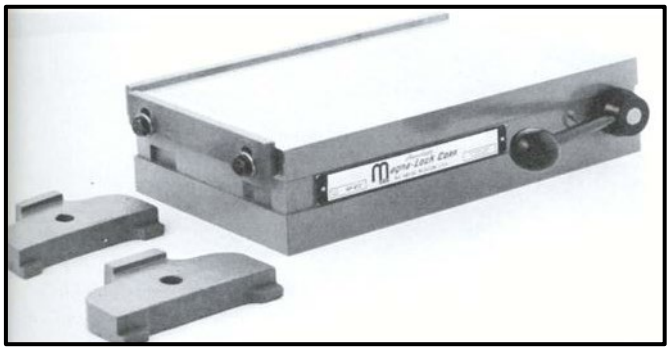
Lekapan, dalam konteks pembuatan dan pemesinan, merujuk pada peranti atau alat khusus yang digunakan untuk memegang dan meletakkan bahan kerja semasa pelbagai proses pemesinan. Lekapan direka bentuk untuk memastikan bahan kerja diapit dengan selamat pada tempatnya, membolehkan operasi pemesinan yang tepat, konsisten dan penting dalam mencapai ketepatan. Matlamatnya adalah untuk memilih lekapan yang memastikan hasil yang konsisten dan tepat sepanjang proses pemesinan EDM. Sebagai contoh lekapan (*Fixture*) seperti Jadual 2, di bawah*.*

Jadual 2: Contoh Lekapan (*Fixture*)

	KETERANGAN ALAT	ALAT
1	***Plate Fixtures*** Lekapan plat direka bentuk untuk memegang bahan kerja dengan kukuh dan tepat pada tempatnya semasa proses pemotongan wayar EDM. Ia membantu mengelakkan getaran, pergerakan atau herotan bahan kerja, yang boleh menyebabkan ketidaktepatan pada bahagian mesin akhir.	
2	***Tooling Fixture*** Lekapan perkakas digunakan untuk memegang alatan atau elektrod khusus yang digunakan dalam proses EDM. Lekapan ini memastikan bahawa perkakas diletakkan dengan tepat untuk pemesinan yang tepat	
3	***Indexing Fixture*** Lekapan pengindeksan membolehkan bahan kerja diputar atau dialihkan ke kedudukan tertentu dengan ketepatan yang tinggi. Ini berguna untuk ciri pemesinan pada selang masa yang tepat	
4	***Pallet Fixture*** Lekapan palet direka untuk memegang berbilang bahan kerja secara serentak. Lekapan jenis ini berguna apabila anda perlu memesin beberapa bahagian yang serupa atau serupa dalam satu persediaan. Ia menjimatkan masa dengan membenarkan anda menukar bahan kerja dengan cepat.	

4.3) *Magnetic Vise* (*Magnetic Chucks)*

Magnetic Vise atau *Magnetic chuck* adalah bahan pemegang benda kerja yang paling biasa digunakan pada mesin EDM *Die Sinking*. Rajah 17, ialah contoh *mangnetic vise.* Terdapat tiga jenis *magnetic vise* iaitu:



Rajah 17: *Magnetic Vise*

a) *Permanent magnet chuck*

Permanent magnet chuck adalah *chuck* yang paling banyak digunakan pada masa ini dimana ia merangkumi barisan siri *alternating plates*. *Alternating plate* ini mengandungi kuasa magnet yang kuat dimana *pole pieces* padanya boleh dikeluarkan untuk meningkatkan lagi *magnetic flux* dan seterusnya menguatkan lagi pegangan pada benda kerja. Ia juga boleh mengurangkan *magnetic flux* untuk melepaskan pegangan pada benda kerja.

b) *Electro-magnetic*

"Electro-magnet chuck" akan aktif apabila arus elektrik disalurkan. *Chuck* akan terus kekal aktif (*magnetized*) selagi elektrik dibekalkan.

c) *Electro-permanent magnetic chuck*

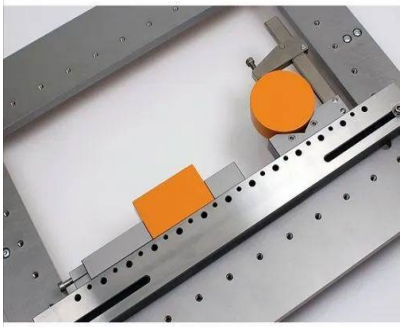
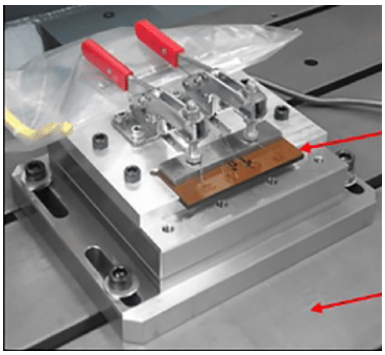
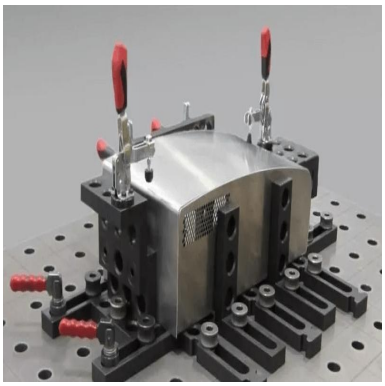
"Electro Permenant Chuck" mempunyai dimana ia akan terus mempunyai keupayaan menahan benda kerja dengan atau tiada kuasa elektrik disalurkan.

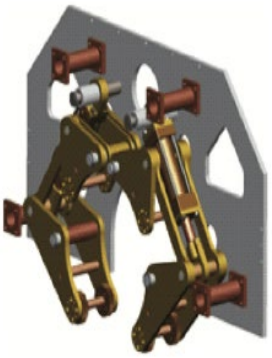
4.4) Kit Pengapit (*Clamping Kit*)

Kit pengapit memastikan kestabilan, ketepatan dan kebolehulangan, yang penting untuk mencapai pemotongan wayar EDM yang tepat. Reka bentuk komponen pengapit yang akan memegang bahan kerja seperti penyokong, lekapan dan sebarang elemen lain yang diperlukan untuk kebolehcapaian kestabilan dan keperluan untuk meminimumkan getaran. Matlamatnya

memegang bahan kerja dengan selamat sambil membenarkan pemotongan yang tepat dan cekap. Apabila memilih kit pengapit yang betul untuk proses pemotongan, pertimbangkan faktor seperti saiz bahan kerja, bentuk, bahan, ketepatan yang diperlukan, kebolehcapaian untuk pemotongan dan keupayaan mesin EDM. Sebagai contoh kit pengapit seperti Jadual 3 di bawah:

Jadual 3: Kit Pengapit (*Clamping Kit*)

BIL	KETERANGAN ALAT	ALAT
1	***Fixture Plate Clamping Kit*** Kit ini melibatkan pemasangan bahan kerja pada plat lekapan menggunakan gabungan bolt, skru dan pengapit. Plat lekapan sering dilengkapi dengan lubang berulir atau T-slot untuk menampung pelbagai mekanisme pengapit. Kit ini menawarkan fleksibiliti dan fleksibiliti dalam memegang pelbagai jenis bahan kerja	
2	***Spring Clamping Kit fixture*** Lekapan mungkin termasuk komponen seperti pengapit, spring, plat asas, penyokong, dan mekanisme pelarasan untuk menampung bentuk dan saiz bahan kerja yang berbeza. Lekapan ini penting dalam mengekalkan ketepatan dan kebolehulangan semasa operasi pembuatan	
3	***Customized Clamping Kit*** Lekapan kit pengapit tersuai ialah alat khusus yang direka untuk memegang bahan kerja dengan selamat. Tidak seperti lekapan biasa, yang direka untuk kegunaan umum, lekapan ini direka khusus untuk memenuhi keperluan unik operasi pembuatan tertentu. Ia mengambil kira saiz, bentuk, bahan kerja, serta proses pemesinan atau pemasangan khusus yang terlibat.	

BIL	KETERANGAN ALAT	ALAT
4	***Self-Centering Clamping Kit*** Lekapan Kit Pengapit sepusat ialah alat khusus yang digunakan dalam pemesinan dan proses pembuatan untuk memegang bahan kerja dengan kukuh dan tepat. Lekapan jenis ini direka bentuk untuk memusatkan bahan kerja secara automatik dalam lekapan, yang memudahkan persediaan bahan.	

5) PELARASAN BAHAN KERJA MENGGUNAKAN PERANTI PENGAPIT

Menyediakan bahan kerja menggunakan peranti pengapit adalah amalan biasa dalam pelbagai proses pembuatan, termasuk pemesinan, seperti pada mesin EDM. Matlamat menggunakan peranti pengapit adalah untuk memegang bahan kerja dengan selamat di tempatnya semasa operasi pemesinan untuk memastikan ketepatan, kestabilan dan kebolehulangan. Pilih peranti pengapit yang sesuai untuk saiz, bentuk dan bahan bahan kerja. Peranti pengapit boleh terdiri daripada ragum ringkas kepada pengapit hidraulik atau pneumatik yang lebih kompleks, bergantung pada keperluan khusus kerja.Ingat bahawa langkah khusus dan peranti pengapit yang digunakan boleh berbeza-beza berdasarkan mesin EDM, reka bentuk bahan kerja dan keperluan pembuatan. Persediaan dan pengapit yang betul adalah penting untuk mencapai hasil pemesinan yang tepat dan berkualiti tinggi sambil memastikan keselamatan kedua-dua pengendali dan peralatan.

5.1) Melekapkan Bahan Kerja Pada Peranti Pengapit (*Mount Workpiece To Clamping Device*)

Memasang bahan kerja pada peranti pengapit adalah langkah penting dalam pelbagai proses pembuatan dan pemesinan. Mengikat bahan kerja dengan betul memastikan kestabilan, ketepatan dan keselamatan semasa operasi pemesinan. Berikut ialah gambaran umum tentang cara melekapkan bahan kerja pada peranti pengapit:

a) Pilih peranti pengapit: Pilih peranti pengapit yang sesuai berdasarkan saiz, bentuk dan keperluan bahan kerja. Peranti pengapit boleh termasuk ragum, lekapan dan persediaan yang direka khas.

b) Sediakan bahan kerja: Pastikan bahan kerja bersih dan bebas daripada serpihan. Jika perlu, lakukan sebarang operasi pemesinan atau pembentukan awal sebelum mengapit.

c) Periksa bahan kerja dan peranti pengapit: Periksa bahan kerja dan peranti pengapit untuk sebarang kecacatan atau kerosakan yang boleh menjejaskan proses pengapit atau operasi pemesinan yang berikutnya.

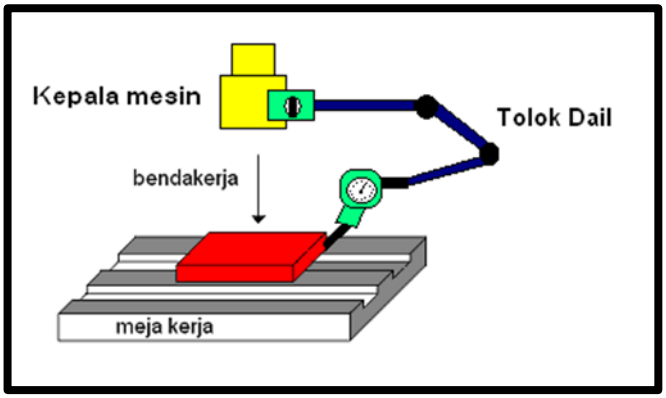
d) Letakkan bahan kerja: Letakkan bahan kerja dalam peranti pengapit dalam orientasi yang diingini. Pastikan bahan kerja dijajar dan diletakkan dengan betul untuk operasi pemesinan yang akan datang. Gunakan permukaan rujukan atau ciri pada bahan kerja untuk penjajaran.

e) Pemesinan: Setelah bahan kerja diapit dengan selamat dan dijajarkan dengan betul maka boleh meneruskan operasi pemesinan yang diperlukan.

5.2) Penjajaran Bahan Kerja

Penjajaran benda kerja ialah salah satu cara untuk mendapatkan ketepatan atau keselarian pada benda kerja. Keselarian ini amat penting bagi menghasilkan satu produk yang cantik tepat dan berkualiti.

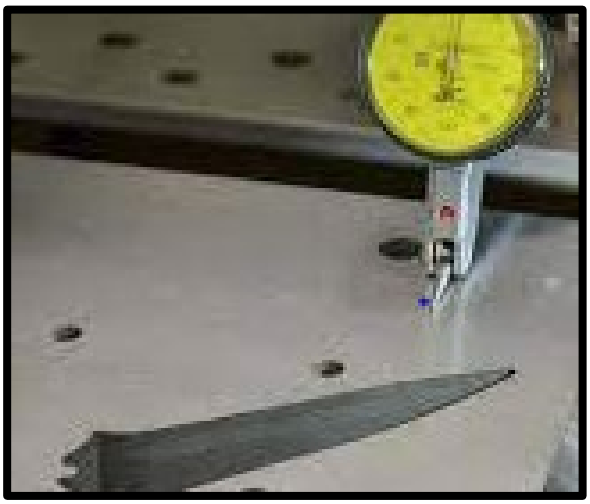
Antara cara yang selalu digunakan dalam mendapatkan keselarasan atau ketepatan benda kerja ialah dengan menggunakan tolok dail. Caranya ialah dengan meletakkan tolok dail di bahagian paksi y dan mulakan dengan menggerakkan tolok dail sepanjang paksi y tersebut sehinggalah mendapat keselarian yang dikehendaki. Begitu juga seterusnya dilakukan pada paksi x seperti yang dilakukan pada paksi y tadi. Rajah 18, gambaran untuk kerja pelarasan.



Rajah 18: Cara Mendapatkan Keselarasan Pada Bahan Kerja

5.3) Orientasi Bahan Kerja

Orientasi bahan kerja merujuk pada kedudukan atau penjajaran khusus bahan kerja berhubung dengan titik rujukan, paksi atau satah. Orientasi bahan kerja yang betul adalah penting dalam proses pembuatan kerana ia secara langsung mempengaruhi ketepatan dan kualiti produk akhir. Beberapa aspek utama adalah seperti titik rujukan atau paksi,persediaan mesin, pemasangan dan pengapit, toleransi geometrik dan pemeriksaan dan kawalan kualiti. adalah seperti dalam Rajah 19, di bawah.



Rajah 19: Orientasi Bahan Kerja

5.4) Lekapan Bahan Kerja Selamat (*Secure workpiece mount*)

Memastikan bahan kerja pada lekapnya ialah langkah kritikal untuk kestabilan dan ketepatan semasa pemesinan atau sebarang proses lain yang berkaitan. Kaedah yang anda gunakan untuk memasang pelekap bahan kerja bergantung pada poses dan peralatan khusus yang digunakan. Berikut ialah garis panduan umum:

a) Pilih Kaedah Melekap: Tentukan kaedah yang sesuai untuk mengamankan bahan kerja pada pelekapnya. Kaedah biasa termasuk pengapit, pengancing, pelekap magnet, ikatan pelekat dan banyak lagi. Pilih kaedah yang paling sesuai dengan bahan bahan kerja, bentuk dan keperluan proses.

b) Sediakan Permukaan Pelekap: Pastikan permukaan pelekap pada bahan kerja dan pelekap itu sendiri bersih, bebas daripada serpihan, dan disediakan dengan betul. Ini mungkin melibatkan mengalihkan sebarang burr, memastikan kerataan, dan menyediakan permukaan licin untuk lampiran selamat.

c) Pengapit: Jika menggunakan pengapit atau ragum, letakkan bahan kerja pada kedudukan yang diingini pada pelekap. Letakkan pengapit atau ragum di sekeliling bahan kerja, memastikan pengagihan tekanan yang sekata. Ketatkan pengapit secara beransur-ansur dan sama rata untuk memegang bahan kerja dengan selamat di tempatnya. Berhati-hati agar tidak terlalu ketat, yang boleh merosakkan bahan kerja atau menyebabkan ubah bentuk.

d) Pengikat: Jika menggunakan skru, bolt atau pengikat lain, selaraskan bahan kerja dengan lubang pelekap atau mata lampiran.Masukkan pengikat melalui bahan kerja dan ke dalam pelekap.Secara beransur-ansur ketatkan pengikat dalam corak pepenjuru atau berselang-seli untuk memastikan pengagihan tekanan sekata. Gunakan *tork* atau spesifikasi pengikat yang sesuai.

e) Pemasangan magnetik: Jika menggunakan pelekap magnetik, pastikan permukaan pelekap bahan kerja dan pelekap bersih dan bebas daripada serpihan. Letakkan pelekap magnet pada permukaan bahan kerja dan aktifkan magnet. Daya magnet harus memegang bahan kerja dengan selamat.

f) Sahkan Penjajaran: Sebelum meneruskan sebarang pemesinan atau proses selanjutnya, semak semula penjajaran bahan kerja pada pelekap. Pastikan kedudukannya betul mengikut spesifikasi.

g) Lakukan Proses: Setelah bahan kerja dipasang dengan selamat, teruskan dengan pemesinan, fabrikasi atau proses lain yang berkaitan.

6) ALAT PENJAJARAN PETUNJUK UJIAN DAIL (DTI)

Alat penjajaran Petunjuk Ujian Dail (*DTI*) ialah instrumen ketepatan yang digunakan dalam kejuruteraan mekanikal dan pembuatan untuk mengukur anjakan linear kecil dan menjajarkan komponen dengan ketepatan yang tinggi. Ia biasanya digunakan dalam tugas seperti persediaan mesin, penjajaran bahagian, menyemak habisan dan memastikan ketepatan dalam pelbagai proses pembuatan. Ia membantu memastikan bahagian dan komponen diselaraskan dan dimesin dengan tepat, menyumbang kepada kualiti dan prestasi keseluruhan produk siap. Rajah 20, adalah alat penjajaran petunjuk ujian dail (*DTI*).



Rajah 20: Alat Penjajaran Petunjuk Ujian Dail

6.1) Komponen Utama Alat Penjajaran DTI

a) Penunjuk Dail: Ini adalah nadi alat DTI. Ia terdiri daripada paparan dail mekanikal sensitif yang menunjukkan anjakan *probe*. Penunjuk mempunyai skala yang ditentukur yang memberikan bacaan dalam unit seperti milimeter atau inci.

b) *Probe atau Plunger*: Probe atau plunger dilekatkan pada penunjuk dan membuat sentuhan fizikal dengan permukaan yang diukur. Ia menterjemahkan anjakan linear kepada pergerakan putaran paparan dail.

c) Mekanisme Pemasangan: DTI biasanya dipasang pada lengan boleh alih atau tapak magnet yang membolehkannya diletakkan dan diamankan dalam pelbagai orientasi. Ini membolehkan pengguna meletakkan probe di lokasi yang dikehendaki untuk pengukuran.

d) Pengapit dan Lampiran: Pengapit, sambungan dan lampiran tambahan mungkin disertakan untuk memudahkan pengukuran dalam ruang yang sukar dicapai atau terkurung.

7) SPESIFIKASI ELEKTROD CNC EDM *DIE SINKING*

Secara teorinya setiap bahan yang bersifat konduktor boleh dijadikan elektrod. Walau bagaimanapun, setiap bahan mempunyai sifat menghakis dan terhakis yang berlainan. Kadar hakisan yang berlaku pada elektrod dan benda kerja menjadi faktor utama didalam pemilihan bahan elektrod. Elektrod yang baik ialah elektrod yang menghakis benda kerja dengan banyak tetapi kadar penghakisan pada elektrod adalah rendah. Faktor kedua ialah bergantung pada sifat kebolehmesinan yang mana bahan adalah senang untuk dimesin. Sifat bahan ini adalah amat sesuai untuk dijadikan elektrod.

Bahan yang sesuai untuk dijadikan elektrod mestilah mempunyai ciri-ciri :

a) Konduktor yang baik kepada arus elektrik dan haba.
b) Senang dimesin kepada pelbagai bentuk dengan kos yang murah
c) Boleh menghakis logam pada benda kerja dengan cekap
d) Tidak membengkok atau meleding (deformation) semasa proses pemesinan.
e) Mempunyai kadar hakisan elektrod yang rendah.

7.1) Jenis-Jenis Elektrod

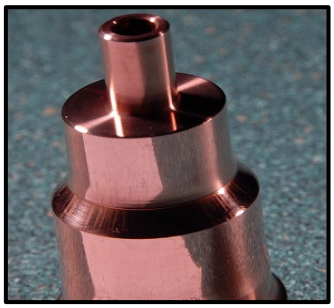
Dalam Pemesinan Nyahcas Elektrik (EDM), elektrod digunakan untuk mencipta rongga atau bentuk dalam bahan kerja dengan menggunakan nyahcas elektrik. Terdapat beberapa jenis elektrod yang boleh digunakan dalam *EDM die sinking* mempunyai ciri dan aplikasi tersendiri. Berikut ialah beberapa jenis elektrod yang biasa digunakan dalam EDM *die sinking*:

a) Elektrod Grafit: Elektrod grafit ialah elektrod yang paling banyak digunakan. Diperbuat daripada bahan grafit berketumpatan tinggi dan datang dalam pelbagai gred, setiap satu dengan tahap kekerasan dan rintangan haus yang berbeza. Elektrod grafit sesuai untuk pemesinan pelbagai bahan dan memberikan kemasan permukaan yang baik. Rajah 21, adalah elektrod grafit.



Rajah 21: Contoh Elektrod Grafit

b) Elektrod Kuprum: Elektrod kuprum terkenal dengan kekonduksian terma yang sangat baik, yang membantu dalam pelesapan haba yang cekap semasa proses EDM. Ia sering digunakan untuk pemesinan ketepatan dan aplikasi di mana butiran halus dan bentuk yang rumit diperlukan. Rajah 22, adalah elektrod kuprum.



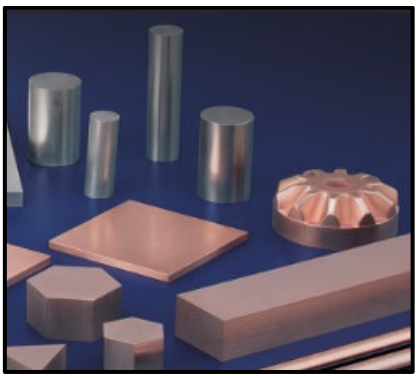
Rajah 22: Contoh Elektrod Kuprum

c) Elektrod Kuprum-Tungsten: Elektrod Kuprum-tungsten ialah gabungan bahan kuprum dan tungsten. Elektrod jenis ini menawarkan rintangan haus yang lebih baik berbanding elektrod kuprum tulen, menjadikannya sesuai untuk bahan pemesinan yang cenderung haus elektrod dengan cepat. Rajah 23, adalah elektrod kuprum-tungsten.



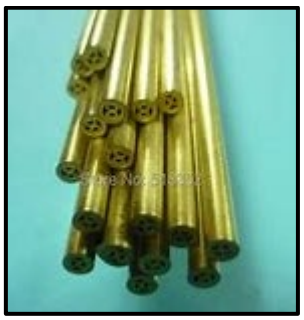
Rajah 23: Contoh Elektrod Kuprum-Tungsten

d) Elektrod Tungsten: Elektrod tungsten digunakan untuk pemesinan bahan yang sukar dimesin dengan elektrod tradisional. Tungsten ialah logam berketumpatan tinggi dengan takat lebur dan didih yang tinggi, menjadikannya sesuai untuk aplikasi yang melibatkan nyahcas tenaga tinggi dan bahan yang mencabar. Rajah 24, adalah elektrod tungsten.



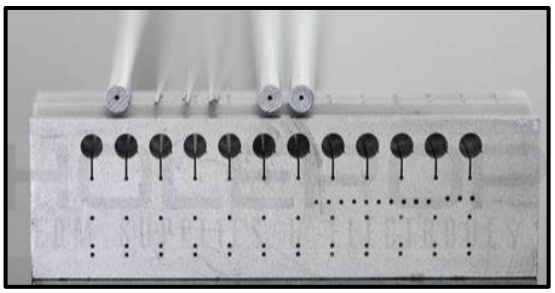
Rajah 24: Contoh elektrod tungsten

e) Elektrod Loyang: Elektrod loyang diperbuat daripada aloi kuprum dan zink. Ia agak lembut dan sering digunakan untuk operasi kasar dan dalam aplikasi di mana rintangan haus bukanlah kebimbangan utama. Rajah 25, adalah elektrod loyang.



Rajah 25: Contoh Elektrod Loyang

f) Elektrod Perak-Tungsten: Elektrod perak-tungsten menggabungkan kekonduksian elektrik perak dengan takat lebur yang tinggi dan kekerasan tungsten. Ia digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kedua-dua sifat nyahcas elektrik yang baik dan rintangan haus. Rajah 26, elektrod loyang elektrod perak-tungsten.



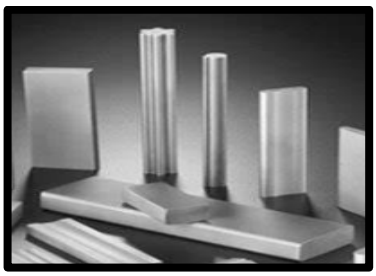
Rajah 26: Elektrod Perak-Tungsten

g) Elektrod Molibdenum: Elektrod molibdenum digunakan untuk aplikasi EDM yang melibatkan bahan suhu tinggi dan situasi di mana kestabilan dimensi adalah kritikal. Ia boleh menahan pelepasan tenaga tinggi dan sering digunakan dalam industri aeroangkasa dan elektronik. Rajah 27, elektrod molibdenum.



Rajah 27: Elektrod Molibdenum

h) Dalam sesetengah aplikasi khusus, elektrod yang diperbuat daripada bahan eksotik seperti titanium, nikel, atau seramik mungkin digunakan untuk mencapai objektif pemesinan tertentu. Rajah 28, elektrod molibdenum.



Rajah 28, Elektrod Molibdenum

7.2) Bahan

a) *Yellow Brass*

Kegunaan utamanya ialah sebagai elektrod untuk jenis pulse circuit kerana ia berkebolehan memesin dengan baik, pengalir elektrik dan kosnya adalah rendah.

b) *Copper*

Boleh memberikan keputusan yang baik bagi resistance-capacitance circuit dimana voltage (kuasa) yang tinggi dibekalkan.

c) *Graphite* (*high density and high purity carbon*)

Sejenis bahan yang baru bagi elektrod. Selalu digunakan untuk pelbagai bentuk dan saiz, tidak terlalu mahal, mudah dimesin dan merupakan elektrod yang bagus. Kadar kehausan (wear) adalah rendah dan kadar pengeluaran bahan adalah tinggi iaitu lebih kurang dua kali bagi bahan yang lain.

d) Bahan lain bagi elektrod ialah seperti *cooper graphite, cooper, tungsten, brass*, *steel*, silver-tungsten, *tungsten* dan *molydenum.* Rajah 29, contoh bahan kerja.



Rajah 29: Contoh Bahan Kerja

7.3) Saiz

Saiz elektrod yang digunakan berbeza-beza berdasarkan faktor seperti kerumitan bahan kerja, ketepatan yang dikehendaki, bahan yang dimesin dan keupayaan mesin EDM CNC. Berikut ialah beberapa pertimbangan untuk menentukan saiz elektrod dalam CNC EDM *die sinking*:

a) Bahan Elektrod: Bahan elektrod, sama ada grafit, kuprum, tungsten atau bahan lain, boleh mempengaruhi saiz dan geometri elektrod. Bahan yang berbeza mempunyai kadar haus yang berbeza, kekonduksian terma, dan ciri pemesinan.

b) Kerumitan Bahan Kerja: Kerumitan bentuk atau ciri yang anda perlukan untuk mesin akan memberi kesan kepada saiz elektrod. Elektrod yang lebih kecil lebih sesuai untuk butiran yang rumit, manakala elektrod yang lebih besar mungkin digunakan untuk operasi kasar.

c) Ketepatan yang Diingini: Jika ketepatan yang tinggi diperlukan, elektrod yang lebih kecil dengan ciri yang lebih halus mungkin diperlukan. Elektrod yang lebih besar mungkin digunakan untuk laluan kasar atau separa penamat.

d) Kadar Penyingkiran Bahan: Kadar di mana bahan dikeluarkan semasa tenggelam die EDM mempengaruhi pilihan saiz elektrod. Elektrod yang lebih besar boleh mengeluarkan bahan dengan lebih cepat, tetapi ia mungkin mengorbankan butiran yang lebih halus.

e) Kemasan Permukaan: Jika mencapai kemasan permukaan yang licin adalah penting, elektrod yang lebih kecil boleh membantu mencapai kemasan yang lebih halus. Pas penamat dengan elektrod yang lebih kecil sering digunakan untuk mencapai kualiti permukaan yang diingini.

f) Keupayaan Mesin: Spesifikasi mesin CNC EDM, termasuk kapasiti penukar alat, saiz pemegang elektrod dan perjalanan paksi, boleh mengehadkan saiz elektrod yang boleh digunakan dengan berkesan.

g) Haus Elektrod: Haus elektrod adalah pertimbangan, terutamanya untuk elektrod grafit. Apabila elektrod haus semasa proses pemesinan, ketepatan dan saiz ciri boleh berubah.

h) Nisbah Aspek: Pertimbangkan nisbah bidang (nisbah panjang kepada diameter) elektrod. Elektrod yang sangat panjang dan nipis mungkin terdedah kepada lentur atau pecah.

7.4) Bentuk

Elektrod tembaga dan grafit. Ini adalah bahan yang paling biasa digunakan untuk elektrod EDM. Elektrod kuprum sering digunakan untuk pemesinan am, manakala elektrod grafit lebih disukai untuk bentuk yang rumit dan kompleks kerana

keupayaannya untuk dimesin dengan mudah**.** Rajah 30, pelbagai bentuk elektrod yang dihasilkan.



Rajah 30: Pelbagai Bentuk Elektrod Yang Dihasilkan

7.5) Jarak Percikan Elektrod

Dalam proses pemotongan wayar CNC EDM, jurang percikan merujuk pada jarak antara wayar elektrod dan bahan kerja. Jurang percikan memainkan peranan penting dalam menentukan kecekapan, ketepatan dan kualiti operasi pemesinan EDM. Jurang percikan ialah kawasan di mana nyahcas elektrik berlaku antara wayar elektrod dengan bahan kerja. Pelepasan ini menghasilkan haba yang kuat, yang mencairkan dan mengewapkan bahan kerja, mengakibatkan penyingkiran bahan. Ukuran *spark gap* ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

a) Arus elektrik.
b) Bahan elektrod dan benda kerja.
c) Permukaan penyudah yang diperlukan.

Walaubagaimanapun ukuran *spark gap* boleh diperolehi dengan tepat dari jadual pelarasan kuasa yang selalunya disediakan oleh pengeluar mesin. Perkara-perkara yang selalunya boleh diketahui dari jadual pelarasan kuasa ialah :

a) Bahan elektrod dan benda kerja.
b) *Spark gap*.
c) Kualiti permukaan penyudah (Ra & Rmax).
d) Kadar hakisan (mm/min).
e) Peratus kehausan pada elektrod.
f) Kuasa yang perlu dilaraskan, contohnya arus elektrik, *voltage* dan *pulse.*

7.6) Penggunaan Elektrod

Bahan yang digunakan dalam penghasilan elektrod ialah seperti tembaga, grafit, tungsten tembaga, loyang dan keluli. Ia mestilah mempunyai pengalir haba yang baik dan mudah dimesin.

a) Kasar

Elektrod kasar digunakan untuk menghakis benda kerja dengan kadar yang cepat tanpa mengira kualiti permukaan penyudah. Elektrod kasar juga bukan menentukan ukuran cavity yang diperlukan, ia hanya diguna untuk mendapatkan profail atau bentuk yang hampir kepada ukuran sahaja.

b) Separuh penyudah

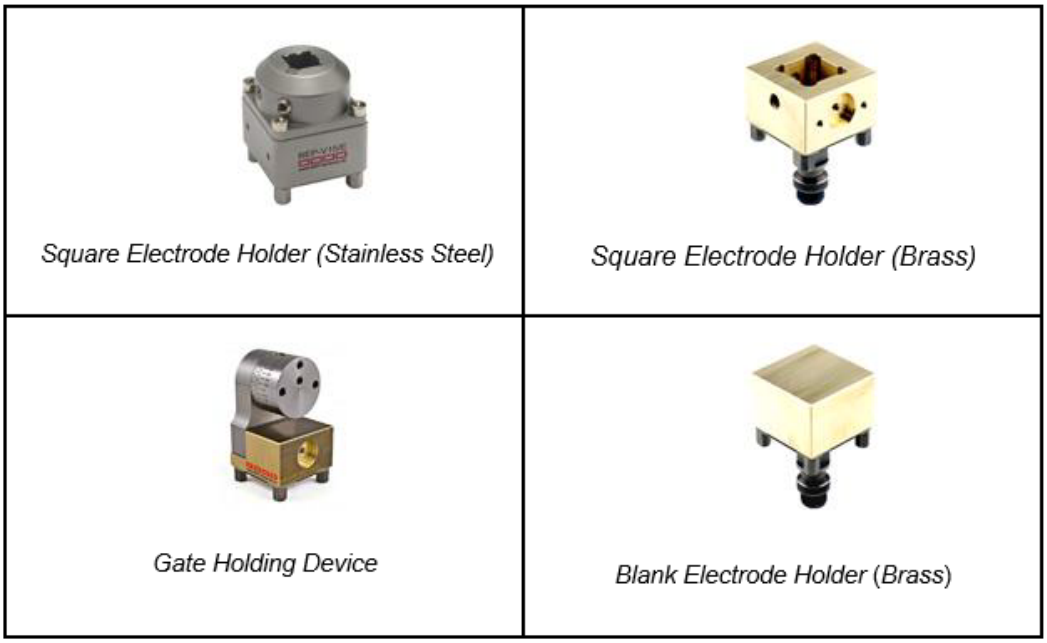
Elektrod separuh sudah digunakan untuk menghakis benda kerja kepada ukuran dan kualiti permukaan yang paling hampir dengan apa yang diperlukan.

c) Penyudahan

Elektrod penyudah diguna untuk mendapatkan ukuran *cavity* serta kualiti permukaan penyudah sebagaimana yang diperlukan. Elektrod penyudah mesti dimesin dengan tepat dan mempunyai permukaan penyudah yang licin kerana ketepatan dan kualiti permukaan penyudah *cavity* bergantung pada elektrod penyudah. Pada kebanyakan keadaan, dua elektrod adalah mencukupi iaitu elektrod kasar dan elektrod penyudah.

7.7) Pemegang Elektrod

Setiap mesin yang canggih kini telah dilengkapkan dengan peralatan pengikat seperti EROWA yang digunakan oleh mesin ini.Jenis-jenis alat pemegang elektrod yang digunakan semasa hendak melakukan proses EDM *die sinking*. Rajah 31, jenis-jenis pemegang mata alat.



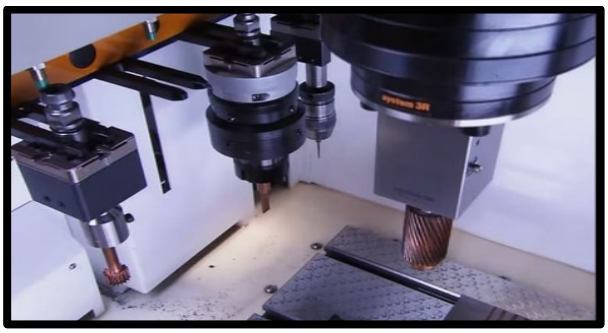
Rajah 31: Jenis-jenis Pemegang Mata Alat

7.8) Teknik Penetapan Elektrod

Dalam bidang CNC EDM *die sinking* merujuk pada proses di mana elektrod digunakan untuk mencipta rongga, kontur dan bentuk dalam bahan kerja melalui nyahcas elektrik. Elektrod ialah alat yang menghakis bahan daripada bahan kerja melalui percikan terkawal. Membetulkan elektrod dengan selamat adalah penting untuk pemesinan yang tepat dan tepat. Berikut ialah teknik untuk menetapkan elektrod dalam CNC EDM *die sinking*:

a) Pemilihan elektrod

Pilih bahan elektrod yang sesuai berdasarkan bahan bahan kerja dan ciri pemesinan yang dikehendaki. Bahan elektrod biasa termasuk grafit, kuprum, dan tungsten. Rajah 32, menunjukkan contoh pemilihan elektrod.



Rajah 32: Contoh Pemilihan Elektrod

b) Reka bentuk elektrod

Reka bentuk elektrod mengikut bentuk dan ciri yang anda mahu mesin dalam bahan kerja. Elektrod harus mempunyai geometri dan dimensi yang dikehendaki.

c) Penyediaan pemegang elektrod

Sediakan pemegang elektrod, iaitu komponen yang menahan elektrod dan menyambungkannya ke mesin EDM. Pemegang harus mempunyai ciri yang membolehkan kedudukan yang mudah dan tepat.

d) Teknik lekapan elektrod

Teknik untuk menetapkan elektrod melibatkan mengamankannya di dalam pemegang elektrod. Terdapat beberapa kaedah yang boleh anda gunakan:

i) Pengapit: Gunakan pengapit atau sistem collet untuk memegang elektrod dengan selamat di tempatnya di dalam pemegang. Kaedah ini memberikan kestabilan dan penjajaran yang tepat.

ii) Pengikat berulir: Sesetengah pemegang elektrod mempunyai lubang berulir yang membolehkan anda memasang elektrod menggunakan skru atau bolt. Pastikan elektrod diikat dengan ketat tanpa merosakkan integritinya.

iii) Set skru: Gunakan skru set untuk menekan elektrod dan pegang dengan kukuh pada tempatnya. Kaedah ini amat berguna untuk elektrod yang lebih kecil.

iv) Lekapan khusus sistem: Sesetengah mesin CNC EDM datang dengan sistem lekap khusus yang direka untuk memegang elektrod. Sistem ini sering memberikan perubahan elektrod yang cepat dan berulang.

e) Penjajaran dan persediaan

Letakkan pemegang elektrod dengan elektrod tetap selamat dalam pemegang alat mesin EDM. Selaraskan elektrod dengan bahan kerja berdasarkan keperluan pengaturcaraan atau persediaan CAD/CAM.

f) Pemeriksaan elektrod

Sebelum memulakan proses EDM, periksa penjajaran, kedudukan dan keadaan elektrod untuk memastikan ketepatan dan mengelakkan sebarang kemungkinan isu semasa pemesinan. Rajah 33, operator sedang memeriksa pemasangan elektrod.



Rajah 33: Contoh Operator Memeriksa Pemasangan Elektrod

g) Pemesinan

Setelah elektrod dipasang dan diselaraskan dengan selamat, anda boleh meneruskan proses pemesinan. Mesin CNC EDM akan menggunakan nyahcas elektrik untuk menghakis bahan bahan kerja mengikut geometri elektrod.

h) Pemeriksaan berkala

Semasa pemesinan, semak keadaan dan penjajaran elektrod secara berkala untuk memastikan hasil yang konsisten dan tepat.

i) Perubahan elektrod

Apabila bertukar kepada elektrod lain atau jika elektrod semasa haus, ulangi teknik penetapan elektrod untuk elektrod baharu.

8) TITIK RUJUKAN CNC EDM *DIE SINKING*

Dalam CNC EDM *die sinking*, "titik rujukan bahan kerja" merujuk pada lokasi tertentu pada bahan kerja yang berfungsi sebagai titik permulaan atau rujukan untuk operasi pemesinan. Titik rujukan ini digunakan untuk mewujudkan sistem koordinat dan menentukan kedudukan bahan kerja berhubung dengan paksi mesin. Ia merupakan aspek penting dalam proses persediaan, kerana ia memastikan hasil pemesinan yang tepat dan konsisten. Cara titik rujukan bahan kerja biasanya adalah:

8.1) Penetapan Titik Rujukan

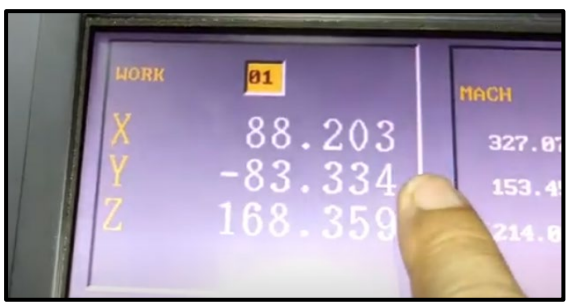
Pengaturcara memilih titik pada bahan kerja, selalunya pada ciri atau sudut yang diketahui, untuk berfungsi sebagai titik rujukan. Titik ini harus mudah dikenal pasti dan boleh dihasilkan semula. Rajah 36, pengendali mesin sedang menetapkan titik rujukan bahan kerja.



Rajah 36: Pengendali Mesin Sedang Menetapkan Titik Rujukan Bahan Kerja

8.2) Definisi Sistem Koordinat

Titik rujukan yang dipilih digunakan untuk mewujudkan sistem koordinat mesin. Ini melibatkan penentuan paksi X, Y, dan Z berhubung dengan titik rujukan. Perisian kawalan mesin menggunakan sistem koordinat ini untuk meletakkan elektrod alat dan bahan kerja dengan tepat semasa pemesinan.Rajah 37, ialah koordinat paksi X,Y dan Z.



Rajah 37: Contoh Koordinat Paksi X,Y dan Z

8.3) Persediaan Bahan Kerja

Bahan kerja diletakkan pada meja kerja mesin, dan titik rujukan diselaraskan dengan sistem koordinat mesin. Ini memastikan bahawa mesin mengetahui kedudukan sebenar bahan kerja.

8.4) Pemesinan

Semasa proses pemesinan sebenar, mesin menggunakan titik rujukan dan laluan alat yang diprogramkan untuk meletakkan elektrod alat dengan tepat berbanding bahan kerja. Titik rujukan membantu memastikan ketepatan dan ketekalan dalam ciri mesin.

SOALAN:

1) Terangkan maksud CahNC EDM *die sinking*.

_____

_____

_____

2) Nyatakan dua (2) jenis kawalan mesin CNC EDM *die sinking*.

_____

_____

3) Berapakah nilai suhu *spark* yang membolehkan permukaan bahan kerja menjadi cair?

_____

_____

4) Apakah maksud bilasan sedutan?

_____

_____

_____

5) Berikan dua (2) jenis bahan elektrod EDM CNC *die sinking*.

_____

_____

RUJUKAN:

1) Schneider, G. (2005). *Cutting Tool Application*. Southfield: Prentice Hall, PP 106-116.
2) Krar, S.F, Gill, A.R and Smid, P.(2006). *Technology of Machine Tools*. 6th edition, New York : Mcgraw Hill, PP. 464-474.
3) Groover,M.P.(2007). *Fundamentals of Modern Manufacturing*. 3rd edition, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. PP.481-485.
4) Shackelford, J.F. (2005). *Introduction to Materials Science for Engineerng*. 6th edition, New York: Prentice hall, PP. 182-185.
5) Kalpakjian,S. and Schmid,S.R.(2006). *Manufacturing Engineering and Technology*. 5th Edition, Singapore: Prentice hall, PP.620-687.