

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Tempa

Dalam bab ini, penulis akan membahas mengenai definisi mesin tempa, cara kerja mesin tempa, jenis-jenis mesin tempa, dapur tempa, proses dasar menempa, penempaan panas dan dingin, tempa cetak, aplikasi penempaan, dan bagian bagian dari mesin tempa.

2.1.1. Definisi Mesin Tempa

Mesin tempa adalah suatu mesin yang digunakan untuk pengerjaan logam dengan memanaskan kemudian membentuknya dengan cara penempaan yaitu memukul-mukul, menekuk, menggiling dan sebagiannya sampai diperoleh bentuk yang diinginkan. Pemanasan dilakukan dengan membakarnya dalam bara api sampai logam berwarna kemerah-merahan.

Sedangkan penempaan adalah proses deformasi di mana benda kerja ditekan di antara dua die (cetakan). Penekanan dapat dilakukan dengan tekanan kejut atau tekanan berangsur-angsur (perlahan). Proses penekanan tersebut akan menghasilkan bentuk benda kerja yang sesuai dengan apa yang diinginkan.

(Djoko Andrijono dan Sufiyanto, 2018)



Gambar 1. Mesin Tempa

Sumber : repo.polinpdg.ac.id/262/1/754-736-1-PB.pdf

2.1.2. Cara Kerja Mesin Tempa

Kerja tempa adalah suatu proses pengerjaan logam yang paling tua. Prosesnya terdiri dari atas pemukulan atau penekanan logam menjadi bentuk yang dikehendaki. Hal ini dapat dikerjakan baik dalam keadaan panas maupun dingin, tetapi istilah tempa umumnya menggunakan panas. Jadi yang dimaksud menempa adalah suatu proses pengerjaan logam dalam keadaan panas dengan cara memukul dengan palu diatas landasan.

Penempaan dapat dilakukan dengan tangan maupun dengan mesin. Untuk benda-benda kerja yang ringan dapat dilakukan dengan penempaan tangan. Penempaan dengan mesin biasanya dilakukan untuk pekerjaan-pekerjaan berat, dapat menggunakan matres ataupun tidak menggunakan matres. Dalam melaksanakan pekerjaan menempa diperlukan alat dan peralatan, seperti dapur tempa, alat pemotong, alat pelubang, alat peregang, alat pembentuk, alat ukur, dan alat bantu lainnya. (Djoko Andrijono dan Sufiyanto, 2018)

2.1.3. Jenis-Jenis Penempaan

1. Penempaan Palu

Pada proses penempaan logam yang dipanaskan ditimpa dengan mesin tempa uap diantara perkakas tangan atau die datar. Penempaan tangan yang dilakukan oleh pandai besi merupakan cara penempaan tertua yang dikenal. Pada proses ini tidak dapat diperoleh ketelitian yang tinggi dan tidak dapat pula dikerjakan pada benda kerja yang rumit. Berat benda tempa berkisar antara beberapa kilogram sampai 90 Kg. (Sufiyanto, 2018)



Gambar 2. Mesin Tempa Uap

Sumber : <https://www.scribd.com/doc/190082642/Mesin-Tempa>

2. Penempaan Timpa

Perbedaan penempaan palu dan penempaan timpa terletak pada jenis die yang digunakan. Penempaan timpa menggunakan die tertutup, dan benda kerja

terbentuk akibat impact atau tekanan, memaksa logam panas yang plastis, dan mengisi bentuk die. Pada operasi ini ada aliran logam dalam die yang disebabkan oleh timpaan yang bertubi-tubi. Untuk mengatur aliran logam selama timpaan, operasi ini dibagi atas beberapa langkah. Setiap langkah mengubah bentuk kerja secara bertahap, dengan demikian aliran logam dapat diatur sampai terbentuk benda kerja. Penempaan Tekan

Pada penempaan tekan, deformasi plastik logam melalui penekanan berlangsung dengan lambat, yang berbeda dengan impact palu yang berlangsung dengan cepat. Mesin tekan vertikal dapat digerakkan secara mekanik atau hidrolis. Pres mekanik yang agak lebih cepat dapat menghasilkan antara 4 dan 90 MN (Mega Newton). Tekanan yang diperlukan untuk membentuk baja suhu tempa bervariasi antara 20-190 MPa (Mega Pascal). Tekanan dihitung terhadap penampang benda tempa pada garis pemisah die.

3. Penempaan Upset

Pada penempaan upset batang berpenampaan rata dijepit dalam die dan ujung yang dipanaskan ditekan sehingga mengalami perubahan bentuk. Panjang benda upset 2 atau 3 kali diameter batang, bila tidak benda kerja akan bengkok. Pelubangan progresif sering dilakukan pada penempaan upset seperti untuk membuat selongsong peluru artileri atau silinder mesin radial.

4. Penempaan Roll

Batang bulat yang pendek dicecilkan penempangannya atau dibentuk tirus dengan mesin tempat rol. Bentuk mesin rol terlihat pada gambar 10 dimana rol tidak bulat sepenuhnya, akan tetapi dipotong 25-75° untuk memungkinkan bahan tempa masuk diantara rol. Bagian yang bulat diberi alur sesuai dengan bentuk yang dihendakinya.

Bila rol dalam berada dalam posisi terbuka, operator menempatkan batang yang dipanaskan di antara rol. Ketika rol berputar, batang dijepit oleh alur rol dan didorong ke arah operator. Bila rol terbuka, batang didorong kembali dan digiling lagi, atau dipindahkan keluar berikutnya untuk lengkap pembentukan selanjutnya.



Gambar 3. Mesin Penempaan Roll

Sumber : <https://www.scribd.com/doc/190082642/Mesin-Tempa>

2.1.4. Dapur Tempa

Dapur tempa tetap umumnya dipakai di bengkel-bengkel dan diletakan secara permanen di atas suatu fondasi yang kuat. Suatu dapur tempa memerlukan udara penghembus. Udara penghembus dapat diperoleh melalui berbagai cara, baik cara tradisional, seperti dapur tempa tekan yang masih banyak digunakan di daerah pedalaman maupun menggunakan ventilator listrik atau tangan.

Pada dapur tempa, udara penghembus dialirkan melalui suatu saluran ke tungku api. Dengan berputarnya ventilator, udara dapat dihembuskan ke tungku api yang sedang membara melalui pipa penghubung yang dilengkapi dengan katup-katup pengatur. Dengan demikian panas bahan bakar akan bertambah dan mempercepat naiknya suhu benda kerja yang dibakar.

Dapur tempa lapangan adalah suatu dapur yang dapat dipindah-pindah sehingga dapat digunakan dimana saja bila diperlukan. Pada dapur ini hanya dapat dibuat api yang kecil karena udara penghembus yang diperoleh ventilator digerakan dengan tangan atau kaki. Dengan terjadinya api yang kecil pada dapur ini penggunaannya pun untuk benda-benda yang kecil pula.

Ada tiga macam bahan bakar yang dipergunakan pada dapur tempa, yaitu; bahan bakar padat, bahan bakar cair, dan bahan bakar gas. Temperatur dan warna untuk benda kerja yang ideal adalah pada temperatur pada suhu 800-930 derajat celsius atau pada warna yaitu berwarna merah kekuning-kuningan. Baja tidak boleh ditempa dibawah 400 derajat celcius, maka baja akan rapuh berwarna biru. Jika baja dipanaskan diatas 1200 derajat celcius maka baja akan terbakar dan tidak dapat diperbaiki lagi. (Djoko Andrijono dan Sufiyanto, 2018)

2.1.5. Proses Dasar Menempa

Yang dimaksud proses dasar menempa ialah suatu proses pengerjaan yang merupakan dasar ketrampilan menempa yang harus dikuasai oleh pekerja tempa. Proses-proses dasar menempa terdiri dari

- a. Meratakan benda kerja (*Flattening*).
- b. Membuat tajam benda kerja (*Sharpening*).
- c. Membuat runcing benda kerja (*Pointing*).
- d. Membuat benda kerja dengan cara memukul bagian atasnya (*Up Setting*)
- e. Memperpanjang atau menarik suatu benda kerja (*Drawing*).
- f. Membengkokkan benda kerja (*Bending*).

2.1.6. Penempaan Panas dan Dingin

1. Penempaan panas

Hot forging atau penempaan panas merupakan proses penempaan yang dilakukan pada logam bersuhu tinggi (panas). Proses hot forging dilakukan bila logam yang ingin ditempa perlu dikurangi kekuatannya dan ditingkatkan sifat mampu bentuknya. Karena logam yang akan ditempa kekuatannya berkurang dan mampu bentuknya meningkat, hot forging relatif memerlukan gaya yang lebih kecil dibanding cold forging. Tingginya sifat mampu bentuk membuat produk hasil hot forging memiliki akurasi ukuran dan kualitas permukaan yang lebih buruk dibandingkan dengan cold forging. (Djoko Andrijono dan Sufiyanto, 2018)

2. Penempaan dingin

Cold forging atau penempaan dingin merupakan proses penempaan yang dilakukan pada logam bersuhu ruang. Proses penempaan ini memerlukan gaya yang lebih besar dibandingkan dengan hot forging. Hal tersebut dikarenakan logam yang dingin memiliki kekuatan yang lebih besar daripada logam yang panas. Syarat dari logam atau material yang dapat dikerjakan dengan cold forging yakni harus memiliki sifat mampu bentuk yang tinggi pada suhu ruang. Syarat tersebut harus dipenuhi supaya perubahan bentuk dapat terjadi tanpa timbulnya retak atau patah. Dibandingkan dengan hot forging, cold forging memiliki akurasi ukuran dan kualitas permukaan yang lebih baik.

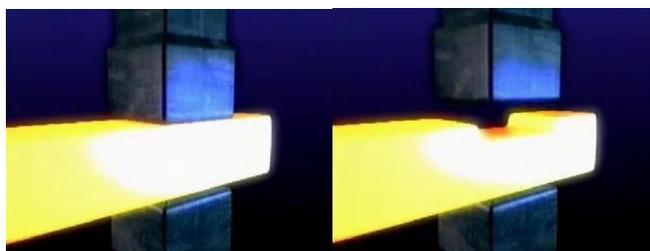
2.1.7. Tempa Cetak

1. Tempa cetak terbuka

Open-die forging adalah jenis penempaan (*forging*) yang paling sederhana. Proses penempaan jenis ini dioperasikan dengan menekan benda kerja menggunakan dua buah die (cetakan) berbentuk rata. Secara umum, open-die forging mampu mengerjakan benda-benda mulai dari yang kecil hingga yang besar.

Proses open-die forging mirip dengan proses pengujian tekan pada uji material. Proses ini dikenal dengan sebutan upsetting atau penempaan upset atau flat-die forging. Pada beberapa aplikasi, permukaan die yang digunakan memiliki kontur yang tipis. Kontur tersebut berfungsi untuk membantu pembentukan benda kerja. Bila perlu, benda kerja dapat diputar atau diposisikan ke berbagai macam posisi supaya perubahan bentuk yang diinginkan bisa tercapai.

Open-die forging menghasilkan bentuk-bentuk yang masih kasar. Oleh karena itu, open-die forging memerlukan proses lanjutan supaya bisa mencapai bentuk dan ukuran akhir yang mendekati toleransi. Walaupun menghasilkan bentuk yang kasar, proses open-die forging tetap dibutuhkan karena dapat menciptakan aliran butir dan struktur metalurgi yang baik pada logam. (Djoko Andrijono dan Sufiyanto, 2018)



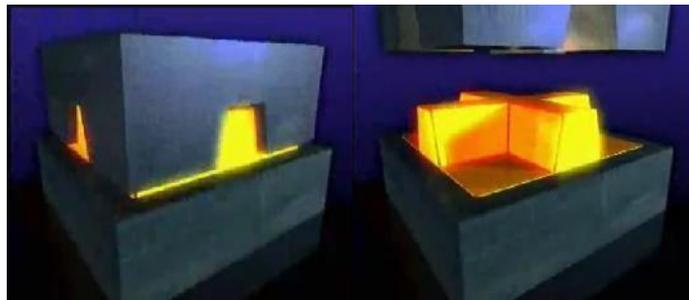
Gambar 4. Penempaan Terbuka

Sumber : <https://www.scribd.com/doc/190082642/Mesin-Tempa>

2. Tempa cetak tertutup

Closed die forging atau impression die forging adalah proses penempaan dengan cetakan tertutup yang langsung bisa menghasilkan bentuk benda kerja sesuai yang diinginkan (sesuai gambar kerja). Proses penempaan ini bisa digambarkan dalam tiga tahap. Pertama benda kerja dan die saling bersentuhan

lalu diberi tekanan. Tahap selanjutnya benda kerja berubah bentuk akibat tekanan. Kedua proses ini mirip dengan open die forging. Tahap terakhir kedua buah die sudah sangat dekat dan mencapai posisi akhir. Pada tahap ini benda kerja sudah menyerupai bentuk cetakan. Selain itu pada tahap terakhir juga terjadi pembentukan flash. Flash terbentuk dari celah yang berada di antara kedua die. Nantinya, flash tersebut harus dihilangkan.



Gambar 5. Penempaan Tertutup

Sumber : <https://www.scribd.com/doc/190082642/Mesin-Tempa>

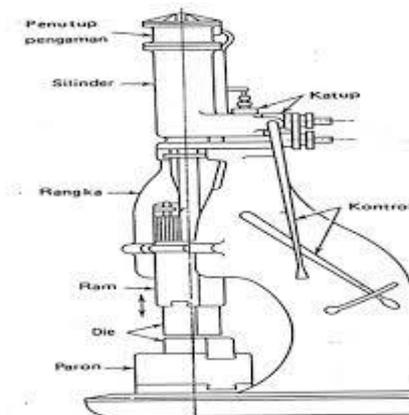
Dibandingkan dengan *open die forging*, *closed die forging* membutuhkan gaya yang lebih besar. Hal ini karena *closed die forging* menghasilkan flash. Ketika menekan benda kerja, flash akan terbentuk. Flash yang terbentuk akan bergesekan dengan permukaan die. Gesekan pada flash bisa membatasi perubahan bentuk benda kerja. Pada kasus penempaan panas, flash di celah die akan cepat dingin. Flash yang dingin juga membatasi benda kerja untuk berubah bentuk. Agar perubahan bentuk benda kerja yang terhalang oleh fenomena pada flash tetap terjadi, diperlukan gaya yang lebih besar. Selain karena flash, bentuk yang kompleks pada *closed die forging* juga menyebabkan proses ini memerlukan gaya yang lebih besar.

Closed die forging kerap kali diikuti dengan proses permesinan (*machining*) atau *cutting*. Proses permesinan dibutuhkan agar dimensi benda kerja bisa lebih mendekati toleransi yang ditentukan. Selain untuk finishing, proses permesinan juga digunakan untuk membuat lubang, ulir, dan kebutuhan lain sesuai bentuk yang diinginkan. *Closed die forging* digunakan untuk membuat benda-benda kompleks seperti *connecting rod*, *wrench*, kepala palu, dll

2.1.8. Aplikasi Penempaan

Penempaan biasanya digunakan untuk membuat komponen-komponen berkekuatan tinggi. Komponen tersebut meliputi: poros engkol (crankshaft), connecting rod, gear, die, hand tool, baut, rivet, struktur pesawat terbang, kereta, mesin, dan masih banyak lagi. Material yang dapat ditempa biasanya adalah logam.

2.1.9. Bagian-Bagian Mesin Tempa



Gambar 6. Bagian-Bagian Mesin Tempa

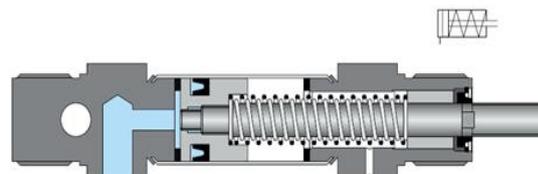
Sumber : repo.polinpdg.ac.id/262/1/754-736-1-PB.pdf

1. Penutup pengaman

Yaitu bagian yang berguna sebagai pelindung mesin tempa.

2. Silinder

Yaitu bagian utama tempat piston berkerja dipasang pada sisi suplai udara bertekanan. Pembuangan udara pada sisi batang piston silinder dikeluarkan ke atmosfer melalui saluran pembuangan.



Gambar 7. Silinder Mesin Tempa

Sumber : <https://www.scribd.com/doc/190082642/Mesin-Tempa>

3. Piston
Yaitu sumbat geser yang terpasang didalam sebuah silinder mesin pneumatik.
4. Katup atau Aktuator
Yaitu katup untuk menggerakkan beban berat. Memiliki 2 type single action dan double action
5. Kerangka
Yaitu suatu internal yang menjadi dasar sebagai penyokong mesin tempa
6. Kontrol Mesin
Yaitu suatu alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem permesinan.
7. Ram
Yaitu suatu komponen berbentuk silinder yang berguna sebagai pelindung die atas.
8. Die
Yaitu tempat tempat objek (cetakan) yang siap untuk ditempa.
9. Paron
Yaitu landasan untuk tempat penempaan besi, paron juga terbuat dari besi juga.

