

PERANCANGAN IN-MOLD CLOSING UNTUK PRODUK TUTUP FLIP-TOP

Budiman Chandra¹, Hendrawan Hadi Sulistio²

Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl. Kanayakan 21 Bandung 40135
email : bumachan@polman-bandung.ac.id; awanditio@gmail.com

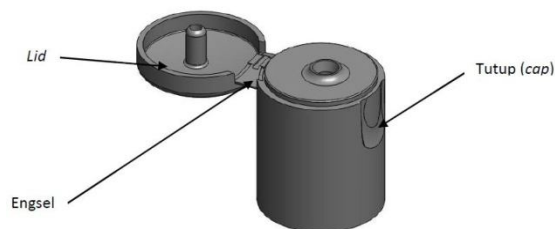
Abstrak

Tutup lipat atas (*Flip-top cap*) merupakan tutup plastik hasil cetakan injeksi plastik untuk botol atau wadah yang sering digunakan di industri kemasan. Tutup ini populer karena kemudahannya dalam pengoperasian dan penggunaannya. *Flip-top cap* terdiri dari tutup (*cap*) dan topi (*lid*) yang dihubungkan oleh engsel, dimana *lid* dapat berputar untuk menutup dan membuka. Engsel plastik ini memiliki keunggulan yaitu daya tahan yang kuat. Untuk menjamin umur pakai yang panjang dan tampilan yang baik, pelipatan dari engsel sebaiknya dilakukan tepat setelah komponen dikeluarkan dari cetakan, ketika engsel masih panas. Sebuah perangkat tambahan yang dapat melipatkan engsel pada *flip-top cap* ketika produk masih berada didalam cetakan adalah *perangkat in-mold closing*. Pada cetakan *flip-top cap*, *perangkat in-mold closing* dapat ditambahkan atau dapat dirancang bersama dengan cetakan. Pada kasus penambahan perangkat, perlu dilakukan penilaian terhadap kelayakan penambahan perangkat. Penilaian kelayakan dilakukan berdasarkan produk dan rancangan cetakan yang ada. Dari hasil analisis dan pengolahan data didapat kesimpulan, cetakan dapat ditambahkan perangkat *in-mold closing* dengan melakukan beberapa perubahan atau penyesuaian pada sistem cetakan. Berdasarkan hasil optimasi posisi *lid*, didapat posisi ujung *lid* terhadap *cap* dapat diatur sehingga mencapai posisi terbaiknya. Posisi terbaik ini berupa posisi menutupnya *lid* terhadap *cap* sehingga kedua bagian tersebut bersentuhan tanpa adanya celah atau seminimal mungkin celah yang terjadi. Laju pelipatan dari konstruksi perangkat dapat digunakan dan aman dalam pengoperasian. Mesin yang digunakan yaitu *Euromaster* dengan kapasitas 120 ton tetap dapat dipakai, dengan pertimbangan kecukupan pemasangan perangkat *in-mold closing* pada mesin dan pengontrolan pneumatik oleh mesin.

Kata kunci : Cetakan injeksi plastik, *Flip-top cap*, Engsel plastik, *In-mold closing*

1. PENDAHULUAN

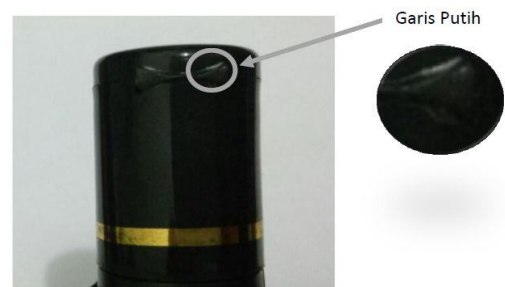
Flip-top cap merupakan tutup botol yang sering digunakan di industri kemasan. Tutup ini populer karena kemudahannya dalam pengoperasian dan pemegangannya. *Flip-top cap* terdiri dari tutup (*cap*), dan topi (*lid*). Kedua bagian tersebut dihubungkan oleh engsel, dimana *lid* dapat berputar untuk menutup dan membuka^[1].



Gambar 1.1 Produk *Flip-top cap*

Engsel memiliki daya tahan yang kuat. Pada banyak kasus pengujian, engsel memiliki umur lipat sekitar satu juta kali tanpa kegagalan^[2]. Tetapi untuk menjamin umur pakai yang panjang pada engsel ini, pelipatan dari *lid* sebaiknya dilakukan tepat setelah komponen dikeluarkan dari cetakan, ketika engsel masih panas^{[1] [2]}. Maka

diperlukan perangkat yang dapat melipat engsel sesegera mungkin setelah siklus injeksi selesai.



Gambar 1.2 Garis Putih Pada Produk Akibat Pelipatan Dingin

In-mold closing adalah perangkat yang dapat menutup *flip-top cap* di dalam cetakan. Alat ini dapat mengatasi kelemahan yang memerlukan peralatan dan tenaga kerja untuk melipat *flip-top cap*, dengan menyediakan mekanisme untuk melipat komponen didalam cetakan. Perangkat ini digunakan untuk menyeragamkan waktu pelipatan sehingga engsel memiliki kualitas yang relatif merata. Pada cetakan, *flip-top cap* dapat

ditambahkan atau dapat dirancang bersama sebelum cetakan dibuat. Pada kasus penambahan perangkat, perlu dilakukan pengkajian terhadap kelayakan penambahan perangkat sebelum ditambahkan.

Rumusan masalah untuk karya tulis ini adalah berkurangnya kualitas engsel akibat ketidakseragaman pelipatan yang ditandai dengan munculnya garis putih dapat diatasi oleh *in-mold closing*. Diperlukan pembahasan mengenai penambahan dan perancangan perangkat ini pada cetakan yang sudah dibuat, serta perubahan pada rancangan yang diperlukan dalam penambahan perangkat ini.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu menghasilkan rancangan dari perangkat *in-mold closing* untuk cetakan *flip-top cap* yang telah dibuat. Serta kajian dan perubahan rancangan cetakan yang diperlukan dalam penambahan perangkat.

Ruang lingkup kajian dibatasi oleh: engsel produk yaitu engsel kupu-kupu, cetakan telah selesai dibuat, penambahan dan perancangan konstruksi *in-mold closing*, analisa posisi dari penutupan, pengkajian terhadap perubahan konstruksi cetakan dan pendokumentasian teknik.

2. PERANCANGAN DAN KAJIAN

Metode Perancangan

Proses perancangan yang dilakukan mengacu kepada metode perancangan VDI 2222 yang disesuaikan dengan bagian-bagian yang dilakukan oleh penulis.

Data Cetakan

Tabel 2.1 Data Produk Dan Cetakan

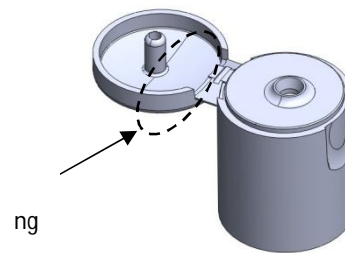
Nama Produk	: Flip-top Cap		
Fungsi	: Pasangan dari botol shampo		
Produk			
No	Tuntutan Produk	Spesifikasi	Keterangan
1	Material	Polypropilene	Penyusutan 1,6%
2	Warna	Hitam	-
3	Tampilan	Mengkilap	Tanpa cacat
4	Berat	± 2,54 gr	Berdasarkan CAD
Cetakan			
1	Jumlah Kaviti	8 Pcs	Berdasarkan Cetakan
2	Standar Moldbase	Pin Point Gate	Berdasarkan Cetakan
3	Jenis Gate	Suryamas	Berdasarkan Cetakan
4	Jenis Cetakan	Three Plate Mold	Berdasarkan Cetakan
5	Dimensi Cetakan	250x300x380 mm	Berdasarkan Cetakan
6	Panjang Bukaan	229 mm	Berdasarkan Cetakan

Merencana

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pada produk dan cetakan untuk menilai kelayakan terhadap penambahan perangkat *in-mold closing*.

2.3.1. Pengkajian produk

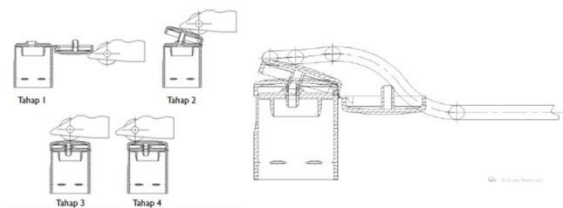
Dilakukan penilaian terhadap beberapa aspek pada produk. Pertama adalah Engsel, dari engsel pada produk adalah engsel kupu-kupu. Dalam pelipatannya engsel ini dapat diarahkan.



Gambar 2.1 Engsel Kupu-kupu

Kedua adalah sudut pelipatan, adalah sudut yang harus dilewati agar engsel mendorong ke posisi lain dan tetap. Berdasarkan hasil pengukuran didapat selisih yang relatif besar, maka diambil sudut yang paling besar.

Ketiga adalah laju pelipatan, dibuat sebagai skema pelipatan pada engsel. Posisi pelipatan diambil dari beberapa posisi dari terbuka hingga tertutup.

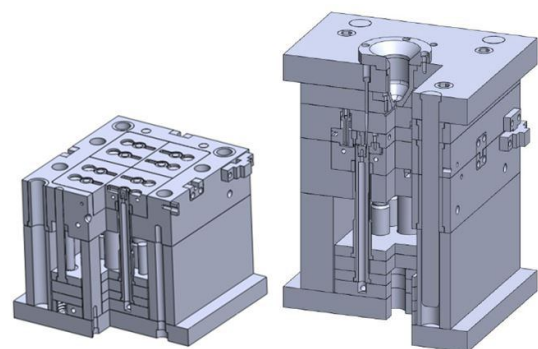


Gambar 2.2 Laju Pelipatan

Berdasarkan pengkajian produk dapat disimpulkan produk *flip-top cap* memungkinkan untuk dilakukan pelipatan di dalam cetakan.

2.3.2. Pengkajian Cetakan

Dilakukan penilaian terhadap beberapa aspek pada cetakan



Gambar 2.3 Rancangan Cetakan Sebelumnya

Pertama adalah layout, terdapat ruang bebas dan posisi *lid* mengarah keluar sehingga dapat ditambahkan *outside in-mold closing*.

Kedua sistem ejsi, *double stage ejection* diperlukan untuk perangkat *in-mold closing*. Pada cetakan sudah diterapkan, tetapi diperlukan perubahan pada insert *core* sebagai pembebas *pin hole*.

Ketiga jarak ejeksi, diperlukan ruang untuk masuknya pelipat *in-mold closing* pada cetakan. Pada ejeksi pertama digunakan untuk melepas *liddari* cetakan, jarak yang dibutuhkan seminim mungkin sesuai dengan bebasnya *lid* dari cetakan.

Keempat pengatur ejeksi, diperlukan agar mekanisme bukaan tidak terganggu. Pada cetakan pegas pada ejector plate digantikan dengan *roller lock set*.

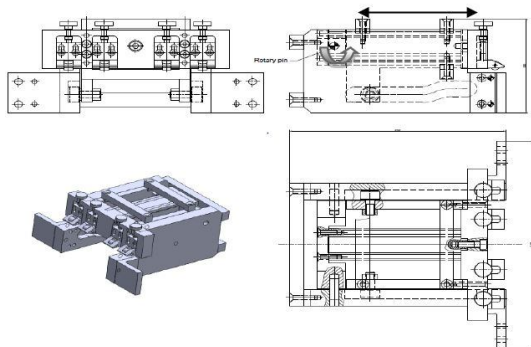
Kelima penempatan perangkat, *in-mold closing* harus dapat dipasang pada cetakan. Terdapat area yang digunakan dengan memindahkan posisi *roller lock set*.

Berdasarkan pengkajian cetakan dapat disimpulkan cetakan masih memungkinkan ditambahkan perangkat *in-mold closing*.

Mengkonsep

Pada tahapan ini dilakukan penentuan prinsip solusi (konsep) dari perangkat *in-mold closing* yang akan dirancang.

Hasil dari tahap ini adalah dihasilkannya konsep rancangan terpilih yang akan diaplikasikan pada cetakan.



Gambar 2.4 Alternatif Konstruksi Terpilih

Gambar konstruksi diatas dipilih karena dinilai lebih baik dibanding alternatif lainnya. Penilaian berdasarkan fungsional, konstruksi, manufaktur, perakitan, penanganan dan perbaikan.

Merancang

Setelah konsep selesai, maka bagian-bagian dari pemecahan konsep tersebut dijadikan acuan atau dasar dalam merancang. Pada tahapan ini dihasilkandraft rancangan dan gambar kerja untuk masing-masing komponen.

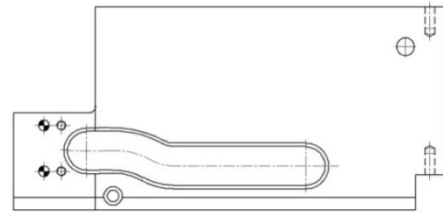
3. ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Parameter Rancangan

3.1.1 Jalur CAM

Jalur CAM yang dibutuhkan dipengaruhi oleh konstruksi perangkat. Konstruksi yang berbeda menghasilkan jalur CAM yang berbeda. Dengan konstruksi terpilih(sistim pena putar pada bagian

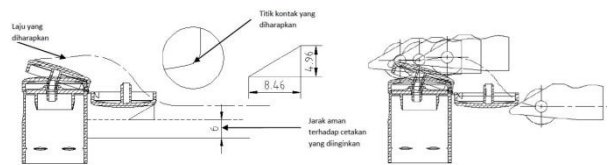
belakang perangkat) maka didapat hasil jalur CAM seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Konstruksi Jalur CAM

3.1.2 Jari Pelipat

Bidang miring yang akan kontak dengan *liddan* mendorong produk, ditentukan dengan perhitungan phitagoras sederhana, dengan menentukan bidang kontak yang diharapkan pada *lid* dan pelipat. Berdasarkan perhitungan didapat $30,41^\circ$, untuk kemudahan pemesinan maka diambil sudut 30° .



Gambar 3.2 Penentuan Sudut dan Laju Pelipatan

Bagian bawah dapat dibentuk menyudut apabila terjadi tabrakan dengan produk. Ujung pelipat dibentuk radius untuk menghindari sisi tajam dan penggunaan *roller urethane* sebagai penggiling dan penekan *lid* untuk menghindari cacat pada produk.

3.2. Analisis Posisi Lid

Dilakukan analisis terhadap posisi akhir ujung *lid* terhadap *cap*. Analisis dilakukan dengan *software Creo Mechanism*, dengan didapatkan hasil berdasarkan grafik perpindahan posisi terhadap waktu :

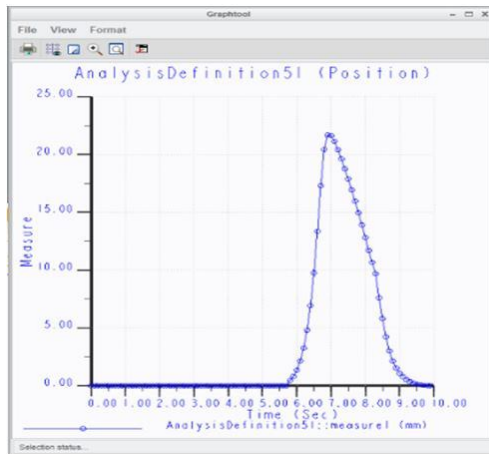


Gambar 3.3 Parameter Optimasi

Tabel 3.1 Hasil Optimasi

Alternatif Solusi	1	2	3	4	5	6
Jarak X (mm)	33,58	33,73	33,74	33,75	33,76	33,77
Jarak P (Posisi akhir lid dalam mm)	-0,3689	-0,0609	-0,0198	0,0013	0,0225	0,0438

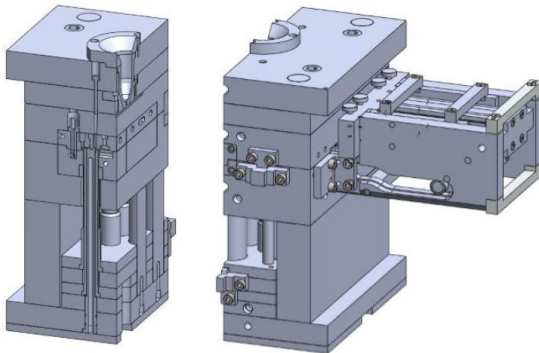
Berdasarkan hasil optimasi didapat posisi akhir ujung *lid* terhadap *cap*, jarak paling minimal adalah 0,0013 mm. berdasarkan hasil tersebut posisi *lid* mendekati nol. Maka jalur pelipatan pada perangkat dapat digunakan.



Gambar 3.4 Grafik Posisi dengan Waktu

3.3. Perubahan Rancangan Pada Cetakan

Diperlukan perubahan konstruksi pada cetakan untuk mendukung pemasangan perangkat tersebut.



Gambar 3.5 Modifikasi dari Rancangan Cetakan

Perubahan konstruksi *insert core*, untuk menjamin amannya pelipatan *lid* terhadap *cap*. Diperlukan perubahan pada insert dimana saat tahap ejski pertama *insert core* terbebas dari produk.

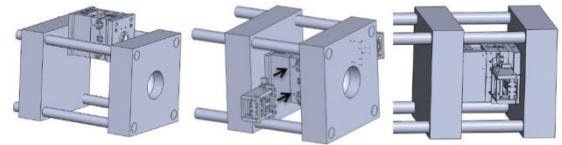
Area dan pemasangan, *in-mold closing* dipasangkan pada sisi samping cetakan. *Roller lock set* yang dipasang pada sisi kanan dan kiri dipindah pada sisi atas bawah. Serta penambahan pengikat dan pelokasi untuk pemasangannya.

Mekanisme ejski harus diatur agar pelipatan berlangsung dengan aman, tidak merusak produk dan komponen lainnya. Pegas yang dipasang pada ejector plate digantikan dengan *roller lock set*, karena produk dapat langsung terdorong dan dikhawatirkan *lid* akan rusak karena menempel pada sisi *core*. Jarak ejski pada tahap pertama dikurangi dengan penambahan panjang *stopper pin*, sehingga *lid* terangkat dengan jarak seminim mungkin dan *base* masih berada pada rongga cetakan untuk menghindari jatuhnya produk sebelum pelipatan selesai. Terakhir penambahan jarak bukaan produk, agar pelipat masuk dengan bebas dan tidak membentur komponen lain.

3.4. Mesin

3.4.1. Pemasangan Pada Mesin

Perakitandilakukan secara terpisah yaitu cetakan dan *in-mold closing*. Cetakan dipasangkan terlebih dahulu pada mesin, selanjutnya pemasangan *in-mold closing* pada cetakan.

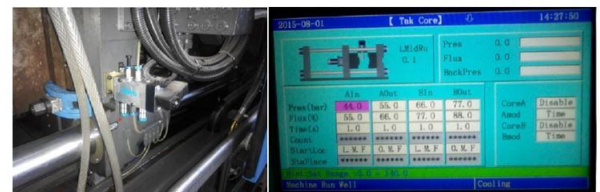


Gambar 3.6 Pemasangan Cetakan dan *In-mold closing* di Mesin

3.4.2. Kecukupan Mesin Injeksi

Mesin yang akan adalah mesin *Euromaster* 120 ton. Berdasarkan pengukuran didapat, panjang dan lebar meja mesin adalah ± 600 mm dan jarak dari meja mesin menuju pintu mesin adalah ± 170 mm. Dengan total lebar sebesar ± 940 mm, maka cetakan dan *in-mold closing* masih dapat dipasang.

Sumber penggerak untuk *in-mold closing* dapat disuplai dari *valve* yang tersedia pada mesin. Pengaturan dari pergerakan *in-mold closing* dapat diatur pada bagian pengaturan ejski mesin.



Gambar 3.7 Pengontrolan Mesin

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, cetakan dapat ditambahkan perangkat *In-mold closing* dengan perubahan rancangan cetakan pada beberapa bagian. Perubahan rancangan diperlukan untuk menambahkan perangkat. Perubahan dilakukan pada konstruksi *core*, area dan penempatan perangkat serta sistem ejski.

Perangkat yang dapat diterapkan adalah *outside in-mold closing*, karena keterbatasan ruang pada cetakan. Dipilih rancangan dari beberapa alternatif denganketercapaian fungsi yang lebih baik dibanding alternatif lainnya.

Berdasarkan hasil optimasi dari posisi akhir *lid*, didapatkan jarak sejauh 0,0013 mm. Jarak tersebut dapat diasumsikan telah menutup rapat karena sangat kecil sehingga bisa diabaikan. Dari hasil tersebut jalur yang dibuat dapat digunakan

sebagai jalur pelipatan perangkat. Komponen pelipat yang dapat diatur naik-turun difungsikan untuk menghindari masalah celah akibat kurangnya pelipatan. Proses pelipatan berlangsung aman, tidak menabrak bagian komponen cetakan.

Mesin yang direncanakan yaitu Euromaster dengan kapasitas 120 ton dapat digunakan, dengan pertimbangan kecukupan pemasangan perangkat *in-mold closing* pada mesin dan pengontrolan pneumatik oleh mesin.

Daftar Pustaka

- [1] Gomes et al, 2004, "*In Mold Closing Mechanism*", U.S. Patent 2004/0222559 A1.
- [2] Rotheiser, J.(2004), *Joining of Plastics Handbook for Designers and Engineers-2nd Edition*. Munich : Hanser Publisher.
- [3] Vandenberg Leo A, 2002, "*Two-Stage Ejection System For an Injection Mold*", U.S. Patent 6,491,512 B2.
- [4] Rosato Dominick V., Donald V. Rosato, Marlene G. (2000), *Injecetion Molding Handbook -3rd Edition*, 101 Philip Drive, Assinippi Park, Norwell, Massachusetts 02061 : Kluwer Academic Publisher.
- [5] *Hayberg Robert S., 1982, "Hinge Exercising Mechanism"*, U.S. Patent 4,340,352.