

# **SIMULASI PEMBEBANAN STATIS PADA EJECTOR PINS MENGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)**

<sup>1</sup>Adi Chadra,<sup>2</sup>Heppi Familiana,<sup>3</sup>Cecep Suherlan

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil

<sup>1</sup>Univeritas Muhammadiyah, <sup>2,3</sup>Universitas Nusa Putra

<sup>1</sup>Jl. R. Syamsudin, S.H. No. 50, Cikole, Kec. Cikole, Kota Sukabumi,

<sup>2,3</sup>Jl. Raya Cibolang Kaler No.21 Kab. Sukabumi

e-mail: <sup>1</sup>adi\_c\_m@yahoo.com, <sup>2</sup>Heppi.familiana@nusaputra.ac.id, <sup>3</sup>Cecep.suherlan@nusaputra.ac.id

Korespondensi : <sup>1</sup>adi\_c\_m@yahoo.com

## **ABSTRAK**

Salah satu defect pada produk cetakan menggunakan ejector pins yaitu rubber flash. ejector pins disebut juga dengan pin pendorong. ejector pins adalah pin yang ditempatkan (diassembly) pada mold berfungsi untuk mengeluarkan dan mendorong hasil cetakan (product). ejector pins sering mengalami deformasi plastis, bengkok ataupun patah. ejector pins pada umumnya berbahan AISI 4340. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain konseptual, menganalisis dan mensimulasikan ejector pins tipe mesin vertikal injection molding (vertical injection moulding machine). analisis dan simulasi menggunakan metode elemen tak hingga berbasis aplikasi Solidwork 2016. ejector pins yang dianalisis dan disimulasikan terdiri dari dua tipe. Simulasi dengan menggunakan bahan AISI 4340 pada pin 1 menghasilkan von mises stres, displacement, strain masing-masing adalah  $466056 \text{ N/m}^2$ ,  $9.12207 \times 10^{-5} \text{ mm}$ ,  $1761 \times 10^{-6}$ . Pada pin 2 menghasilkan von mises stres, displacement, strain masing-masing adalah  $7.100 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ,  $8,7963 \times 10^{-5} \text{ mm}$ ,  $1.551 \times 10^{-6}$ . Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa desain ejector pins tipe 1 lebih baik dari pada ejector pins tipe 2 untuk dapat menahan beban yang diberikan.

***Kata kunci : Ejector Pins, Finite Element Method, Pembebanan***

## **ABSTRACT**

One of the defects in printed products using ejector pins is rubber flash. ejector pins are also called push pins. ejector pins are pins that are placed (diassembly) on the mold to remove and push the mold (product). ejector pins are often plastic deformed, bent or broken. Generally, ejector pins are made from AISI 4340. The purpose of this study is to conceptual design, analyze and simulate vertical injection molding machine type ejector pins. analysis and simulation using the infinite element method based on the Solidwork 2016 application. The analyzed and simulated ejector pins consist of two types. Simulation using AISI 4340 material on pin 1 produces von mises stress, displacement, strain, respectively  $466056 \text{ N / m}^2$ ,  $9.12207 \times 10^{-5} \text{ mm}$ ,  $1761 \times 10^{-6}$ . At pin 2 it produces von mises stress, displacement, strains are  $7,100 \times 10^8 \text{ N / m}^2$ ,  $8,7963 \times 10^{-5} \text{ mm}$ ,  $1,551 \times 10^{-6}$ , respectively. The results of this study also show that the design of the type 1 ejector pins is better than the type 2 ejector pins to be able to withstand a given load.

***Keywords: Ejector Pins, Finite Element Method, Burden***

### **I. PENDAHULUAN**

Persaingan dunia industri semakin ketat, hal ini memicu setiap perusahaan untuk melakukan proses kerja terbaik untuk memperoleh strategi baru yang lebih efektif. supaya setiap sumber daya

yang ada bisa dimanfaatkan dan memberikan hasil yang optimal. Pemborosan yang terjadi pada perusahaan manufaktur diantaranya yaitu menghasilkan produk cacat, yang dapat mengakibatkan kerugian finansial bagi perusahaan

jika tidak ditangani secara efisien dan perbaikan berkelanjutan. Kualitas produk menjadi syarat utama dari pelanggan. Salah satunya yaitu kualitas mold atau cetakan produk. mold yang baik akan menghasilkan produk yang baik dan berkualitas. Proses Issuing atau assembly mold sangat penting, karena awal mulanya proses produksi dilakukan. pastikan mold dalam keadaan baik dan tidak problem sebelum running.

Salah satu defect pada produk yaitu rubber flash dan sering mengalami deformasi plastis atau perubahan Struktur mikro yang sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal sehingga materialnya sendiri tidak bisa kembali ke bentuknya semula, baik bengkok maupun patah yang dialami ejector pins AISI 4340 pada pins seal mold sehingga produk susah untuk diambil karena menempel erat pada mold sehingga perlu repair yang cukup lama dan terganggunya proses produksi. ejector pins disebut juga dengan Pin Pendorong. ejector pins adalah pin yang ditempatkan (diassembly) pada mold berfungsi untuk mengeluarkan dan mendorong hasil cetakan (product). Selain fungsi di atas, ejector pins juga berguna untuk mengeluarkan sisa gas ataupun udara dari dalam mold, juga memperlancar pengisian material (Filling Material). Penyebab ejector pins dengan material aisi 4340 mengalami deformasi diantaranya yaitu After washing (pencucian mold) biasanya terjadi pin bengkok disebabkan air terjebak dalam mold yang menimbulkan karat, pin bergerak tidak lancar dan tidak bersamaan, Human error misalnya peletakan metal case yang miring saat loading pada proses Curing, Ada celah antara part dengan pin, yang menimbulkan potensi cepat mengalami deformasi seperti patah karena sifat material yang getas. Sehingga perlu melakukan proses milling Part untuk mengeluarkan pin yang patah tersebut. Sedangkan pada material SUS 304 tidak mengalami karat setelah (After Washing), lebih ulet (tidak getas) maka Ejector Pin lebih tahan terhadap beban. Pin ini lebih sering terjadi bengkok saja sehingga tidak perlu melakukan proses milling.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 3.1 Injection Molding

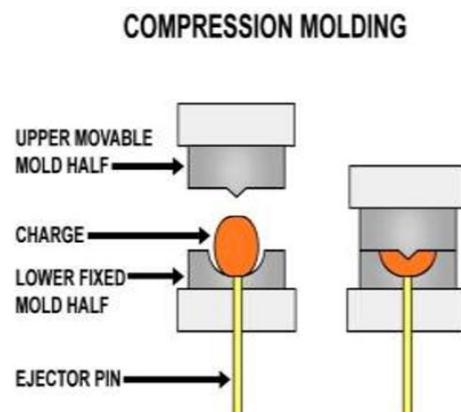
Injection molding adalah metode pembentukan material termoplastik dimana material yang meleleh karena pemanasan di injection oleh plunger ke dalam cetakan yang di inginkan oleh air sehingga mengeras [1].



Gambar 1. Injection Molding

Meskipun banyak variasi dari proses dasar ini, 90 persen injection molding adalah memproses material termoplastik injection molding mengambil porsi sepertiga dari keseluruhan resin yang dikonsumsi dalam memproses termoplastik. Sekarang ini di pastikan bahwa setiap kantor, kendaraan, rumah,

Pabrik terdapat barang – barang dari plastik yang dibuat dengan cara injection molding, misalnya pesawat telepon, printer, keyboard, mouse, rumah lampu mobil, dashboard, reflektor, roda gigi, helm, televisi, sisir, roda furnitur, telepon seluler, dan lain – lain [1].



Gambar 2. Ejector Pins

Ejector pins disebut juga dengan Pin Pendorong. Pin Ejector adalah pin yang

ditempatkan (diassembly) pada mold berfungsi untuk mengeluarkan dan mendorong hasil cetakan (produk). Karena diperlukan material yang tahan aus dan kuat dengan kekerasan yang memadai, maka sebaiknya menggunakan bahan baku steel spesial, minimalnya dengan kekerasan lebih dari HRC55.

Untuk mengantisipasi timbulnya deformasi pada produk, sebisa mungkin daerah dorong dibuat seluas mungkin. Tetapi dibandingkan dengan membuat 1 pin dengan daerah dorong yang lebar, lebih baik menempatkan pin di banyak tempat, karena dengan banyaknya pin akan membuat dorongan menyebar rata dan menghasilkan pengeluaran produk lebih baik. Selain fungsi di atas, ejector pins juga berguna untuk mengeluarkan sisa gas ataupun udara dari dalam mold, juga memperlancar pengisian material (Filling Material). Dari Tehnik Kamus Related Keyword: Pin ejector [2].

### III. METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pemodelan Ejector Pins

Proses pemodelan ejector pins untuk digunakan untuk kepentingan simulasi ejector pin dalam mencari besaran nilai kemampuan komponen ejector pin yang diuraikan kedalam dua aspek yaitu tegangan (Von Mises Stress) dan deflaksi (Displacement) proses ini harus memenuhi kreteria desain, yaitu mudah dalam perencanaan dan pengoprasian.semua proses penggambaran ejector pins dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Solidwork 2016 dengan dengan mengacu desain yang sudah ada.

#### 3.2 Pemilihan Material

Material yang digunakan pada rancangan ejector pins ini sebagian besar menggunakan besar menggunakan baja jenis AISI 4340. Material ini dipilih karena.baja paduan AISI 4340 adalah baja tahan panas yang dapat diobati dan rendah yang mengandung kromium,nikel dan molibdenum. ini memiliki ketangguhan dan kekuatan yang tinggi dalam kondisi yang di obati dengan pana. Komposit kimia tebal berikut menunjukkan komposit kimia baja paduan AISI 4340.

Tabel 1. Komposit AISI 4340

No	Element	Content (%)
1	Iron, Fe	95.195-96,33
2	Nickel, Ni	1.65-2.00
3	Chromium, Cr	0.700-0.900
4	Manganese, M	0.600-0.800
5	Carbon, C	0.370-0.430
6	Molybdenum, Mo	0.200-0.300
7	Silicon, Si	0.150-0.300
8	Sulfur, S	0.0400
9	Phosphorous, P	0.0350

Tabel 2. Sifat fisik baja paduan AISI 4340

No	Properties	Metric	Imperial
1	Density	7.85 g/cm <sup>3</sup>	0.284 lb/in <sup>3</sup>
2	Melting point	1427°C	2600°F

Tabel 3. Karakteristik materi AISI 4340

No	Properties	condition		
		T (°c)	teattment	
1	Density ( $\times 1000$ kg/m <sup>3</sup> )	7.7-8.03	25	
2	Poisson'n ratio	0.27-0.30	25	
3	Elastic modulus (Gpa)	190-210	25	
4	Yield strength (mpa)	572.3	25	Annealed at 830°C more
5	Elongation (%)	293.0		
6	Reduction in Area(%)	28.6		
7	Hardness (HB)	167	25	Annaaled at 830°C more
8	Impect strength (j) (Izod)	40.7	25	Annaaled at 830°C more

#### 3.3 Analisis Pembebanan Static

Pada setiap perancangan sebuah produk, sangat diperlukan sebuah perhitungan karena dengan adanya perhitungang maka dapat kita ketahui. Produk yang akan dibuat memiliki kualitas baik atau buruk dalam menerima beban pengamatan yaitu von mises stress (tegangan) dan dislacament (defleksi). Fitur yang digunakan pada prosedur analisis pembebanan statik yaitu simulation, static, fixed geomatri, beam gravity.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar pembebanan *fixed Geometry* ejector pins.



Gambar 3. Force Value



Gambar 4. Simulation bobot ejector pins tipe 1

Berdasarkan gambar, material AISI 4340 memiliki mass:0.0141804 kg, volume:  $1.80641 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ , density: 7850 kg/m<sup>3</sup>, dan weight:0.138968 N

Document Name and Reference	Treated As	Volume's Properties	Document Path/Date Modified
(Revolve1)	Solid Body	Mass: 0.0141804 kg Volume: 1.80641e-06 m <sup>3</sup> Density: 7850 kg/m <sup>3</sup> Weight: 0.138968 N	

Model Reference	Properties	Components
(Revolve1)	Name: AISI 4340 Steel, normalized Model type: Linear Elastic, Isotropic Default failure criteria: Unknown Yield strength: 7.1e+008 N/m <sup>2</sup> Tensile strength: 1.11e+009 N/m <sup>2</sup> Elastic modulus: 2.05e+011 N/m <sup>2</sup> Poisson's ratio: 0.32 Mass density: 7850 kg/m <sup>3</sup> Shear modulus: 8e+010 N/m <sup>2</sup> Thermal expansion coefficient: 1.2e-005 / Kelvin	SolidBody1((Revolve1)(Part1))

Gambar 5. Simulatio bobot pin ejector tipe 1

Material AISI 4340 memiliki yield strength  $7.1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  dan tensile strength  $1.11 \times 10^9 \text{ N/m}^2$  dan Density dari AISI 4340 sendiri yaitu 7850 kg/m<sup>3</sup>. Dengan menggunakan hasil analisis volume material ejector pins dan Density AISI 4340 maka dapat diketahui masa dari ejector pins yaitu sebesar 0.0141804 Kg.

#### 4.1 Hasil Simulation Ejector Pins tipe II

##### 1. Impormasi Modul Ejector Pins II

Document Name and Reference	Treated As	Volume's Properties	Document Path/Date Modified
(Revolve1)	Solid Body	Mass: 0.014391 kg Volume: 1.86485e-06 m <sup>3</sup> Density: 7850 kg/m <sup>3</sup> Weight: 0.143463 N	

Gambar 5. Simulation bobot ejector pins tipe II

Berdasarkan gambar, material AISI 4340 memiliki mass:0.014391 kg, volume:  $1.86485 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ , density: 7850 kg/m<sup>3</sup>, dan weight:0.143463 N.

##### 2. Karakteristik Ejector Pins Tipe II

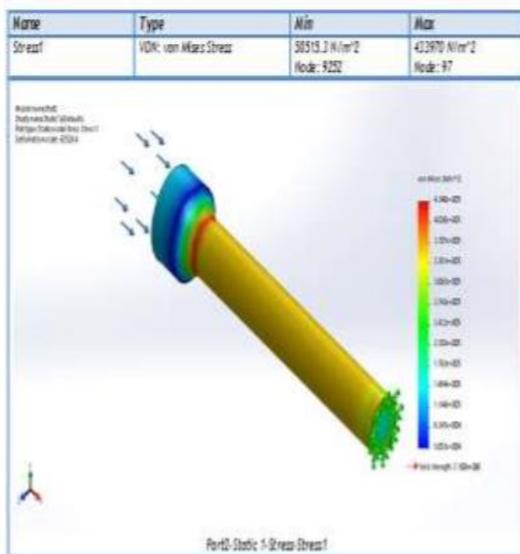
Model Reference	Properties	Components
(Revolve1)	Name: AISI 4340 Steel, normalized Model type: Linear Elastic, Isotropic Default failure criteria: Unknown Yield strength: 7.1e+008 N/m <sup>2</sup> Tensile strength: 1.11e+009 N/m <sup>2</sup> Elastic modulus: 2.05e+011 N/m <sup>2</sup> Poisson's ratio: 0.32 Mass density: 7850 kg/m <sup>3</sup> Shear modulus: 8e+010 N/m <sup>2</sup> Thermal expansion coefficient: 1.2e-005 / Kelvin	SolidBody1((Revolve1)(Part2))

Gambar 6. Simulation impormasi ejector pins tipe II

Berdasarkan gambar, material AISI 4340 memiliki yield strength  $7.1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  dan tensile strength  $1.11 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ . Density dari AISI 4340 sendiri yaitu 7850 kg/m<sup>3</sup>. Dengan menggunakan

hasil analisis volume material ejector pins dan density maka dapat diketahui bobot dari ejector pins yaitu sebesar 0.0141804 Kg.

### 3. Hasil Static Structural Analysis Von Misses (Stress) tipe II

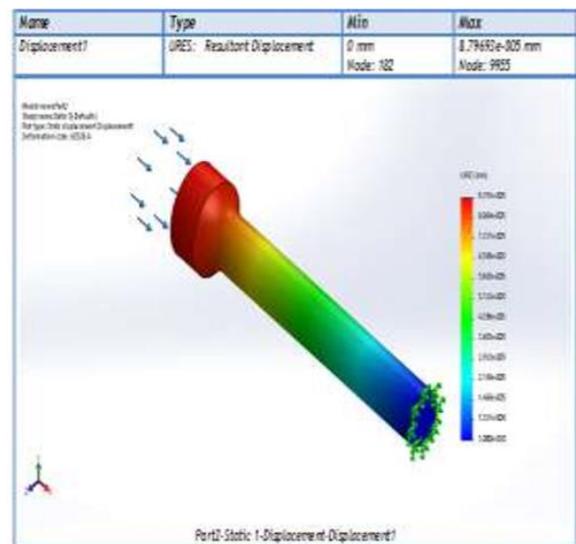


Gambar 7. Tampilan Tegangan Von Mises ejector pins tipe II

Pembebanan merata di kepala ejector pins oleh hasil cetakan sebesar 10 N mampu menghasilkan tegangan von mises minimum 50515,3 N/m<sup>2</sup> dan tegangan maksimum 433970 N/m<sup>2</sup> yang terletak pada kepala ejector pins tipe 1, Berdasarkan perbandingan tegangan luluh (yield strength) dari material baja konstruksi jenis AISI 4340 sebesar  $7.100 \times 10^8$ . Tegangan maksimum yang dihasilkan akibat pembebanan merata lebih kecil daripada tegangan luluh (strength yield) dari material AISI 4340 sehingga dapat dipastikan bahwa ejector pins tersebut mampu menahan pembebanan merata yang diberikan oleh berat normal oleh hasil cetakan pada keadaan statik. Besarnya tegangan Von Mises maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan tegangan von mises minimum ditandai daerah berwarna biru.

### 4. Displacement Ejector Pins tipe II

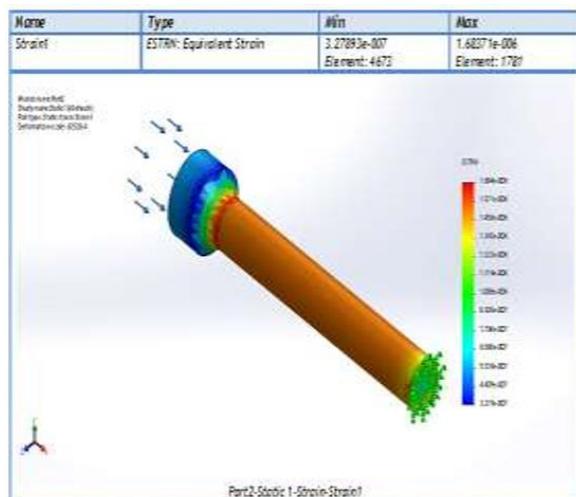
Besaran peralihan (displacement) yang terjadi pada ejector pins akibat pembebanan terpusat sebesar 10 N dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan besaran displacement ejector tipe II

Dengan adanya pembebanan merata yang disebabkan oleh cetakan maka besaran peralihan minimumnya yaitu sebesar 0 mm dan nilai peralihan maksimumnya sebesar  $87963 \times 10^{-5}$  mm Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

### 5. Equivalent Strain Ejector Pins tipe II



Gambar 9. Tampilan besaran equivalent strain ejector pins tipe II

Dari hasil analisis dapat diketahui besar strain minimum  $3.27893 \times 10^{-7}$  dan maksimum  $1.68371 \times 10^{-6}$  dengan posisi strain atau renggangan maksimum terdapat pada area leher pin sebesar  $1,571 \times 10^{-6}$ , Peralihan maksimum ditandai oleh daerah yang berwarna merah dan peralihan minimum ditandai daerah berwarna biru.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Ejector pins yang dirancang untuk tipe mesin vertikal injection molding (vertical injection moulding machine) telah di desain dengan 2 (dua) tipe. Hasil analisis simulasi dengan menggunakan bahan AISI 4340 adalah. Hasil von mises steres  $466056 \text{ N/m}^2$  ejector pins tipe I, displacement  $9.12207 \times 10^{-5}$  mm ejector pins tipe I, strain  $1761 \times 10^{-6}$ , ejector pins tipe I, dan von mises steres  $7.100 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  ejector pins tipe II, displacement  $8,7963 \times 10^{-5}$  ejector pins II strain  $1.551 \times 10^{-6}$  ejector pins tipe II. Dan hasil penelitian menunjukkan bahwa ejector pins tipe I lebih baaagus daripada ejector pins tipe II. Untuk

penelitian berikutnya perlu dilakukan pengujian laboratorium, hasil desain konsep ejector pins yang telah didesain.

### 5.2 Saran

Sebaiknya kedepan digunakan lebih banyak data agar hasilnya lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.J. Crawford, "Plastic Engineering". BttenworthHeinemann, 2002.
- [2] Anonymous, "Related Keyword Ejector Pins, Jurnal, Universitas Bandung, 2013.