

Perancangan Alat untuk Menghilangkan Cacat *Burry* pada Produk *stay*

Achmad Zahri¹, Aris Suryadi²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559
E-mail : achmad.zahri.tpkml7@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559
E-mail : aris.suryadi@polban.ac.id

ABSTRAK

PT. T yang berada di daerah Jawa Barat memproduksi produk untuk kendaraan bermotor yang bernama *stay* yang merupakan bagian dari sein gantung motor. Produk ini diproduksi dengan cara injeksi molding dan di-*finishing* agar part lebih rapih. *Finishing* yang dilakukan dengan cara produk yang sudah dimolding, digunting terlebih dahulu lalu dihilangkan dengan cacatnya dengan solder. Proses penghilangan cacat tersebut dinilai tidak efisien pengerjaannya baik waktu maupun tenaga. Agar menghindari terjadinya hal tersebut, PT. T menginginkan sebuah alat semi-otomatis yang dapat menghilangkan cacat *burry*. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian rancangan alat untuk menghilangkan cacat *burry* pada produk *stay*. Perancangan yang dilakukan menggunakan metoda dari pahl dan beitz dimana alat tersebut menggunakan energi listrik 220 V dan memiliki dimensi tidak melebihi Panjang 1200mm x lebar 730mm x tinggi 1250mm. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini, penghilangan cacat *burry* menggunakan metoda pemanasan dari elemen pemanas berdaya 30 W yang akan disalurkan ke tip pemanas untuk menghilangkan cacat. Hasil rancangan alat tersebut mengefisiensikan waktu yang sebelumnya proses penghilangan cacat memakan waktu 20 detik dalam satu pasang produk *stay*, sekarang menjadi 8 detik. Tenaga yang dikeluarkan operator pun tidak banyak, dengan tombol on dan start produk yang masih tersambung terpisahkan lalu cacat *burry* dapat dihilangkan.

Kata Kunci

Finishing, Produk stay, Penghilangan Cacat Burry

1. PENDAHULUAN

PT. T meruakan industri yang berfokus pada kegiatan proses *assembly* pada *wire*, manufacturing kabel dan produksi part plastik dengan cara injeksi molding. Part plastik yang diproduksi berupa *knob comp mid seat*, handle pintu mobil, *case TL5*, *stay* dan outsole sepatu boots. Dalam memproduksi part plastik tersebut, terdapat kecacatan saat proses injeksi moldingnya salah satunya pada produk *stay*. Produk *stay* merupakan komponen sein pada motor dimana komponen tersebut terdiri dari part mika sein dan produk *stay*. Kecacatan yang terjadi pada part ini yaitu cacat *burry*, yaitu tatal sisa pencetakan injeksi molding yang terdapat pada bagian lubang di produk *stay* yang biasanya berbentuk sirip tipis[3].



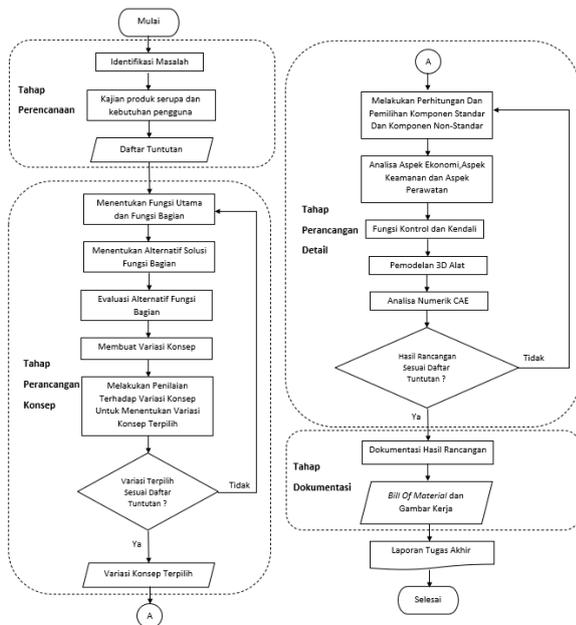
Gambar 1. Cacat Burry pada produk *stay*

Pada proses akhir agar produk *stay* yang diberikan ke konsumen lebih baik, setelah part tersebut diinjeksi molding, dua produk *stay* yang masih menyatu digunting terlebih dahulu lalu cacat *burry* yang terdapat pada lubang di part dihilangkan dengan cara disolder selama ± 4 detik percacat yang terdapat pada satu part. Proses *finishing* tersebut masih dilakukan secara manual yang mengurangi efisiensi waktu dan tenaga operator dikarenakan produksi part dilakukan secara 24 jam dengan target produksi partnya yaitu 2.765 pcs per harinya. Penelitian ini dilakukan untuk mengefisiensikan waktu dan tenaga operator yang dibutuhkan dalam proses penghilangan cacat *burry* pada produk *stay*.

2. METODOLOGI

Dari hasil survei ke pihak PT. T serta kajian yang dilakukan berdasarkan alat yang berada di pasar, alat yang digunakan untuk menghilangkan cacat *burry* ini yaitu berupa solder yang memiliki berat 350 gr. Dengan daya listrik 30 W serta tegangan listrik 220 V, solder ini digunakan untuk menghilangkan cacat *burry* di PT. T. Kajian juga dilakukan ke alat serupa berupa mini bor *tunner grinder* yang dimana mata yang digunakan merupakan rotary burr untuk menghilangkan cacat *burry*. Alat ini memiliki berat berkisar 250 gr dengan

control kecepatan mencapai 10.000 Rpm serta tegangan listrik yang digunakan 220-240 V. alat ini dirasa akan cocok jika digunakan untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay yang di produksi PT. T. Namun, dari PT. T sendiri ingin adanya alat dengan kontrol semi-otomatis yang dapat menghilangkan cacat burry pada produk stay yang dimana alat tersebut diharapkan dapat mengefisiensikan waktu dan tenaga dari proses penghilangan cacat burry pada produk stay.



Gambar 2. Flowchart Pengerjaan Penelitian

Untuk merancang alat ini, metode yang digunakan yaitu metode Pahl & Beitz dimana terdapat 5 tahapan. Namun dikarenakan luaran akhir yang dihasilkan hanya berupa hasil rancangan, maka pengerjaan penelitian ini hanya menggunakan sampai metode ke 4. Tahapan awal yaitu tahapan merencana merupakan identifikasi kebutuhan untuk alat yang dirancang dengan luaran berupa daftar tuntutan. Tahapan kedua, yaitu tahap perancangan konsep yang berisikan konsep-konsep alat rancangan berdasarkan daftar tuntutan dengan luarannya yaitu konsep terpilih. Tahapan ketiga merupakan perancangan detail dengan luaran dari tahapan ini berupa daftar kebutuhan pada alat rancangan. Tahapan terakhir yaitu dokumentasi dimana hasil rancangan berupa spesifikasi alat, gambar kerja dan hasil rancangan alat merupakan luaran dari tahapan ini[7].

Untuk merancang, data dari produk stay bermaterial TPU Mirastran E380 diperlukan. Data yang diperlukan yaitu suhu titik leleh dan suhu titik melunaknya TPU Mirastran E380 ini yang nantinya akan digunakan untuk memilih elemen pemanas. Untuk menentukan elemen pemanas, terlebih dahulu dihitung kalornya menggunakan rumus (1).

$$Q = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1) [2]$$

Q = Kalor (J)
K = Koefisien Konduksi Zat (J/m.s.K)
A = Luas Penampang (m²)
ΔT = Perubahan Suhu (K)
ΔL = Panjang (m)

Setelah diketahui kalornya, didapatkan daya pada elemen pemanasnya dengan perhitungan menggunakan rumus (2).

$$P = \frac{Q}{t} \quad (2)$$

P = Daya (W)
t = Waktu (sekon)

Rumus lain yang juga diperlukan yaitu pemilihan diameter silinder pneumatik dengan rumus. Nantinya silinder pneumatik ini akan mendorong elemen pemanas. Rumus yang digunakan untuk menentukan silinder pneumatik menggunakan rumus (3).

$$D = \sqrt{\frac{4.F}{\pi.p}} \quad (3) [4]$$

D = Diameter Silinder Pneumatik
F = Gaya (N)
P = Tekanan (Pa)

Hasil dari perhitungan yang didapatkan nantinya digunakan untuk menentukan komponen standar yang akan disematkan pada alat untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay ini. Untuk penentuan dimensi komponen non standar, hanya dilakukan sedikit pengukuran dan beberapa kajian terhadap benda kerja yang dihilangkan cacat burrynya yaitu produk stay.

Hal yang dihasilkan nantinya yaitu berupa pemodelan 3D alat yang dibuat menggunakan software solidwork, spesifikasi alat dan juga BOM (Bill Of Material).

3. HASIL

Hasil yang didapatkan dari proses pengerjaan dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

3.1. Tahap Perencanaan

Dari latar belakang permasalahan, PT. T ini membutuhkan sebuah alat bantu yang dapat bekerja secara otomatis. Hal tersebut didasari oleh faktor proses penghilangan cacat burry yang masih dilakukan secara manual yang menyebabkan kurang efisiennya proses penghilangan cacat. Pada tahapan proses yang dilakukan yaitu berupa kajian kebutuhan alat yang akan dirancang serta kajian produk serupa untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay. Uji coba dilakukan menggunakan produk serupa yang digunakan untuk menghilangkan cacat burry, yaitu solder dan juga mini grinder dengan mata rotary burr agar alat hasil rancangan nantinya dapat bekerja lebih baik.



(a) (b)

Gambar 3. (a). Uji coba penghilangan cacat burry dengan mata rotary burr (b). Uji coba penghilangan cacat burry dengan solder 40 W

Dari hasil uji coba penghilangan cacat menggunakan *rotary burr*, cacat burry dapat hilang namun bagian lubang sekitar cacat burry menjadi kasar dan sedikit terkikis akibat mata *rotary burr*.

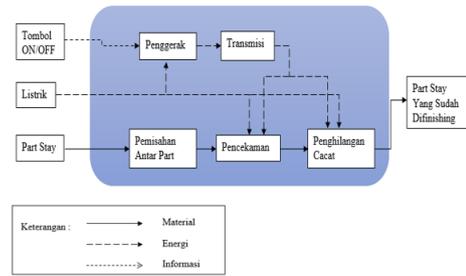
Percobaan lainnya yaitu penghilangan cacat menggunakan soldier, hasil dari penghilangan cacat ini bagus. Cacat hilang tanpa meninggalkan bekas apapun pada sekitar cacat burry. Namun, penghilangan cacat menggunakan soldier ini harus dengan metode yang tepat yaitu dengan memutar soldier mengikuti sisi dalam lubang.

Adapun hasil dari kajian kebutuhan didapatkan daftar tuntutan untuk merancang alat untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay ini.

1. Proses penghilangan cacat menggunakan kontrol semi-otomatis.
2. Dimensi alat tidak melebihi Panjang 1200mm x lebar 730mm x tinggi 1250mm.
3. Sumber energi yaitu energi listrik 220V
4. Alat mengutamakan safety untuk user maupun benda kerja.
5. Kapasitas mesin minimal 2.756 Pcs perhari.

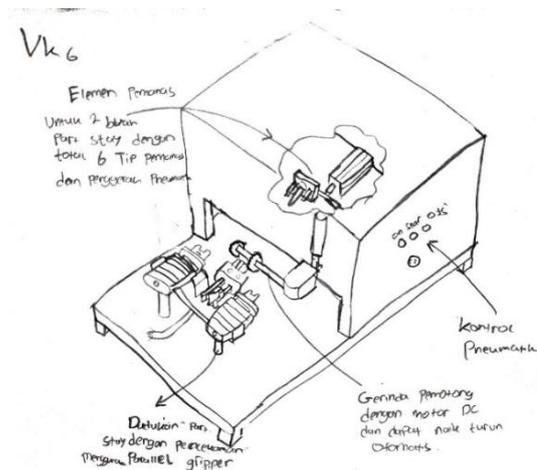
3.2. Tahap Perancangan Konsep

Untuk tahapan perancangan konsep, perlu diketahui terlebih dahulu proses yang harus diterapkan pada alat. Nantinya, proses ini akan menjelaskan tentang fungsi utama dan fungsi bagian dan dijabarkan dalam bentuk skema black box.



Gambar 4. Blacbox Fungsi Bagian

Langkah selanjutnya dalam tahapan perancangan konsep ini yaitu menentukan alternatif solusi dari tiap-tiap fungsi bagian untuk membentuk tabel morfologi. Tabel morfologi ini lalu dievaluasi kembali untuk menentukan apakah alternatif solusi tersebut sesuai kriteria atau tidak. Setelah dievaluasi, masing masing alternatif solusi dari fungsi bagian ini digabungkan dan membentuk 6 variasi konsep rancangan pada alat lalu dinilai menggunakan penilaian bobot rating dengan kriteria yaitu keamanan pengguna, biaya/harga murah, kemampuan alat, maintenance & penggunaan mudah dan yang terakhir keawetan. Dari hasil penilaian tersebut variasi konsep 6.

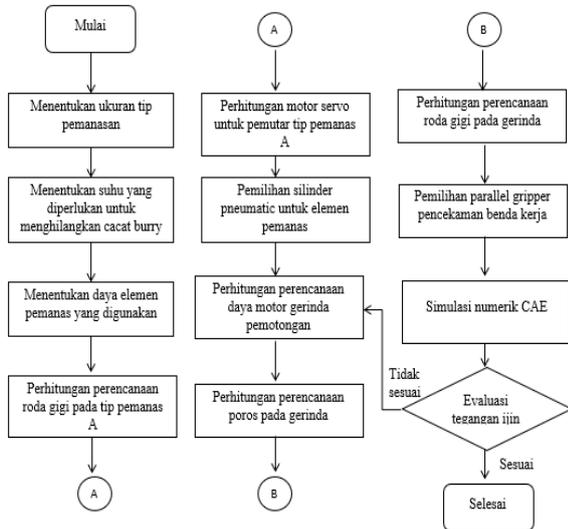


Gambar 5. Variasi Konsep 6 Yang Merupakan Konsep Terpilih

Pada variasi konsep 6 ini untuk penghilangan cacat menggunakan elemen pemanas yang terdiri 4 tip pemanas dan 2 tip pemanas diantaranya berputar. Jumlah produk stay yang dapat dihilangkan cacat burrynya menggunakan alat ini yaitu 2 buah dalam satu kali proses. Produk stay diletakkan di dudukan produk staynya lalu dicekam menggunakan parallel gripper. Saat proses penghilangan cacat berlangsung, gerinda turun dari atas untuk memisahkan produk staynya. Untuk penggerakannya dari pemanas ini menggunakan silinder pneumatik dan 2 tip pemanas yang berputar menggunakan motor servo. Adapun pemutaran gerinda pemotong menggunakan motor brushless DC. Nantinya alat ini dapat bekerja dalam satu kali tekan tombol untuk memulai prosesnya.

3.3. Sistematika Perhitungan

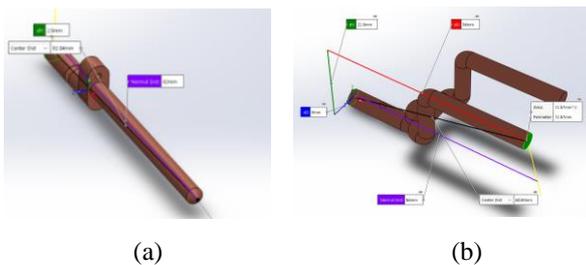
Sistematika perhitungan dibuat untuk mempermudah proses pemilihan, perhitungan dan pembuatan model desain pada komponen yang akan disematkan di alat untuk menghilangkan cacat burry ini. Sistematika perhitungan ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Sistematika perhitungan

3.4. Perhitungan Pemilihan dan Pemodelan Komponen Pemanas

Sebelum memilih elemen pemanas, terlebih dahulu dibuat model 3D untuk tip pemanas pada masing-masing cacat. Untuk cacat burry yang terdapat dalam lubang disimbolkan dengan A dan cacat burry pada permukaan disimbolkan dengan B. Pemodelan masing-masing tip ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. (a). Tip pemanas A (b). Tip pemanas B

Setelah dibuat modeling berdasarkan kebutuhan, didapatkanlah dimensi lalu dihitung kalor pada masing-masing tip menggunakan rumus (1) dan perhitungan daya dengan rumus (2). Kalor yang didapatkan pada tip A yaitu 3767,36 J dengan daya 62,78 W, sementara kalor pada tip pemanas B yaitu 1277,44 J dan daya 21,29 W. Elemen pemanas yang digunakan yaitu elemen pemanas soldier dan dikarenakan ketersediaan elemen pemanas hanya 30 W, 40 W dan 60 W maka diambilah 60 W untuk tip pemanas A dan 30 W untuk tip pemanas B.

3.5. Perhitungan dan Pemilihan Komponen Pneumatik

Pada alat untuk menghilangkan cacat burry yang dirancang ini, diperlukan 3 buah komponen pneumatik. Komponen pneumatik yang diperlukan berupa silinder pneumatik untuk membawa komponen pemanas penghilang cacat burry, silinder pneumatik untuk membawa gerinda pemotong dan juga parallel gripper untuk mencekam benda kerja. Gaya yang dibutuhkan untuk mendorong komponen pemanas penghilang cacat burry yaitu 2,43 N lalu dihitung menggunakan rumus (3) dan didapatkan diameter silinder pneumatik yang dibutuhkan untuk membawa komponen pemanas tersebut yaitu 2,7 mm. Pemilihan silinder pneumatik yang digunakan berdasarkan katalog untuk mendorong komponen pemanas ini yaitu menggunakan SMC dengan tipe CDUK berdiameter 6 mm dan Panjang rod 50 mm.

Pada silinder pendorong gerinda pemotongan, gaya yang dibutuhkan yaitu 5,36 N lalu dihitung untuk mencari diameter silinder pneumatiknya menggunakan rumus (3) dan didapatkan diameter silinder yang dibutuhkan yaitu 4,13 mm. Dari katalog SMC, silinder pneumatik yang digunakan yaitu tipe CJ2K dengan diameter silinder dan panjang rod yang digunakan untuk mendorong gerinda pemotong ini yaitu diameter 10 mm dengan panjang rod 75 mm.



Gambar 8. (a). Silinder pneumatik SMC tipe CDUK (b). Silinder pneumatik SMC tipe CJ2K

Pada pemilihan parallel gripper menggunakan rumus yang berbeda. Perhitungan pemilihan yang digunakan dapat dilihat pada rumus (4).

$$F = \frac{m \times g}{2 \times 0,2} \times 4 \quad (4) [9]$$

$$F = 0,0686 \times 9,8 \times 10$$

$$F = 6,7228 \text{ N}$$

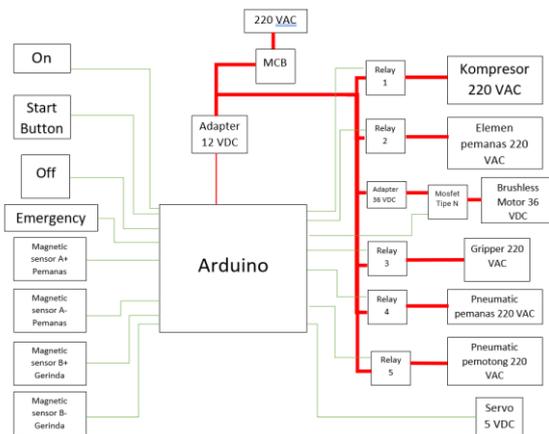
Konstanta m merupakan massa benda kerja yang akan dicekam oleh parallel gripper. Pemilihan parallel gripper yang digunakan yaitu SMC dengan tipe MHQJ2 dengan gaya pengecaman 11 N dan jarak bukaan cekaman 4 mm.



Gambar 9. Parallel gripper SMC tipe MHQJ2

3.6. Kontrol dan Kendali

Kontrol yang disematkan pada alat ini yaitu menggunakan arduino mega. Arduino disini berfungsi untuk mengatur proses kerjanya komponen pneumatik dan elektrik yang terdapat pada alat menjadi satu bagian. Waktu yang disematkan yaitu 1 detik untuk idle parallel gripper, 6 detik untuk penghilangan cacat dan pemisahan produk stay dan 1 detik untuk idle lalu melepas parallel gripper. Terdapat 4 tombol dan 4 sensor magnetik input pada kontrol yang disematkan. Dan juga terdapat 7 aktuator pada alat ini. Rangkaian kontrol dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Diagram blok kontrol

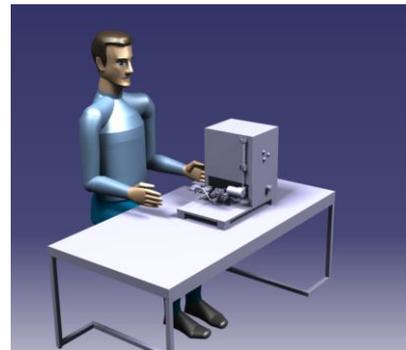
3.7. Spesifikasi dan Modeling Alat Hasil Rancangan

Setelah dilakukan berbagai tahapan, didapatkan hasil modeling 3D pada alat dan juga spesifikasinya. Simulasi ergonomi juga dilakukan dengan software Catia untuk menunjukkan pengoperasian alat oleh operator dapat dilakukan saat duduk di depan meja kerja.

Tabel 1. Spesifikasi alat

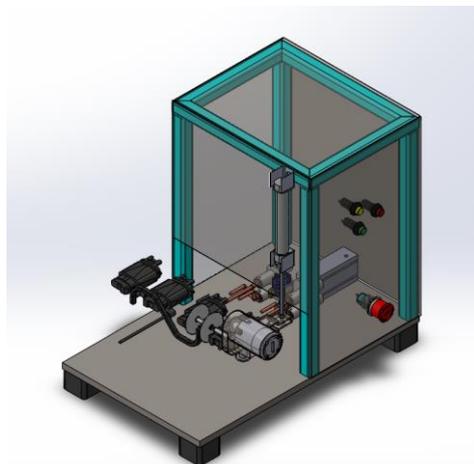
1	Dimensi	400 mm x 250 mm x 355 mm
2	Putaran motor brushless pemotong	13000 Rpm
3	Daya alat	273 watt / 220 volt
4	Berat	11.179 gram
5	Kapasitas proses	8 detik / 2 pasang produk stay
6	Estimasi Harga	Rp 7.833.718

Adapun simulasi ergonomi yang dibuat dengan software catia ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Simulasi ergonomi

Pemodelan 3D assembly pada alat untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay dibuat menggunakan software solidwork, pemodelan 3D assembly alat ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Assembly 3D alat untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay

4. PEMBAHASAN

Hasil spesifikasi alat ini yaitu memiliki dimensi panjang 400 mm dengan lebar 250 mm dan tinggi 355 mm. Daya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat yaitu 405 Watt. Kompresor tambahan dibutuhkan untuk mengoperasikan alat dikarenakan sebagian besar alat menggunakan komponen pneumatik. Kontrol yang digunakan untuk mengoperasikan alat menggunakan arduino. Cara kerja alat ini yaitu pertama operator menekan tombol on untuk menyalakan kompresor dan juga elemen pemanas. Hal tersebut dikarenakan kompresor perlu pengisian angin terlebih dahulu dan juga elemen pemanas yang memerlukan waktu idle untuk memanaskan pin pemanas sampai suhu yang dibutuhkan untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay dengan material TPU Miractran E380 yaitu 135^oC.

Waktu yang diperlukan untuk idle dan juga pengisian kompresor ±2 menit selanjutnya operator dapat meletakkan produk stay di dudukan produk stay dan

menekan tombol start. *Parallel gripper* akan mencekam produk stay, setelahnya pin pemanas bersamaan dengan gerinda pemotong memulai proses penghilangan cacat burry dan memisahkan produk stay yang masih terhubung. Silinder pneumatik pada gerinda pemotong turun dengan lambat dikarenakan pemotongan tidak dapat dilakukan secara cepat dan memerlukan waktu pemakanan yang pas. Saat pemotongan sudah selesai, sistem akan kembali seperti semula dan produk stay yang sudah tidak ada cacat dapat diambil oleh operator. Operator dapat memulai kembali dengan meletakkan produk stay yang masih memiliki cacat dengan menekan tombol start dan tidak perlu menekan tombol on ataupun off saat proses kerjanya. Estimasi harga dari alat ini berkisar Rp 7.833.718.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil rancangan alat untuk menghilangkan cacat burry pada produk stay ini dapat menghilangkan cacat burry dengan waktu 8 detik / 2 produk stay dengan proses semi-otomatis. Alat ini masih dapat dikembangkan lagi menjadi full-otomatis dengan waktu penghilangan cacat yang lebih cepat. Penghilangan cacat untuk 4 produk stay dapat dilakukan secara bersamaan jika alat dibuat full-otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bryce, D. M. (1998). *Plastic Injection Molding: Mold Design And Production Fundamentals*. Michigan: Society of Manufacturing Engineers.
- [2] Buchori, L. (t.thn.). *PERPINDAHAN PANAS*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP.
- [3] Dewantara, D. (2016). *ANALISA DAN PENANGGULANGAN CACAT BURRY PADA PROSES TRIMMING DAN PIERCING KOMPONEN ROOF TOYOTA YARIS DI PT. TOYOTA MOTOR MANUFACTURING INDONESIA*. Yogyakarta: Teknik Mesin UGM.
- [4] Kodir, A. (2013). *Elemen Pemanas*.
- [5] Malloy, R. A. (2011). *Plastic Part Design for Injection Molding*. Munich: Hanser.
- [6] Miractran, N. (2015). *Jepang Paten No. JP2003055548A*.
- [7] Pahl, G., & Beitz, W. (2007). *Engineering Design: A Systematic Approach*. London: Springer.
- [8] Samsul, E. (2019, April 8). *Motor Stepper : Prinsip Kerja dan Pengendalian pada Otomasi Industri*. Dipetik Maret 2021, 2, dari Jago Otomasi : <http://jagootomasi.com/motor-stepper-prinsip-kerja-dan-pengendalian-pada-otomasi-industri/>
- [9] SMC. (2004).
- [10] Subhan, M., & Satmoko, A. (2016). *PENENTUAN DIMENSI DAN SPESIFIKASI SILINDER PNEUMATIK UNTUK PERGERAKAN TOTE IRADIATOR GAMMA MULTIGUNA BATAN*. *JURNAL PERSNGKAT NUKLIR*, 53-54.