Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)
Vol. 20, No. 1, April 2026, 49-60
p-ISSN 2085-5869/ e-ISSN 2598-4853

Modifikasi Rancangan *Runner* pada *Mold* Produk *White Key* untuk Mengurangi Penggunaan Material Plastik AS (*Acrylonitrille-Styrene Resin*) di PT. Wijara Plastic Indonesia

Romadi Romadi[1*], Setiawan Setiawan[2], Hasyrani Windyatri[3]
[1,2,3)] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas, Arah Deltamas, Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530, Indonesia
Email: satrioarditrifatharian@gmail.com[*], setiawan@pelitabangsa.ac.id, hasyrani@pelitabangsa.ac.id

(Diterima: 18-03-2026; Direvisi:16-04-2026; Disetujui: 17-04-2026)

Abstrak

Produk *White Key* merupakan salah satu jenis multiple cavity mold yang diproduksi oleh PT. Wijara Plastics Indonesia menggunakan bahan baku plastik yang diwajibkan menggunakan 100% *virgin* material yaitu plastik AS (acrylonitrile-styrene resin), dimana material tersebut tercatat di Departemen Purchasing PT. Wijara Plastics Indonesia sebagai material dengan harga yang mahal yaitu Rp132.210.00. Selain berjenis multiple cavity mold, mold *White Key* menggunakan cold runner system. Maka dipastikan mold *White Key* memiliki runner yang panjang, dimana runner adalah bagian dari produk yang tidak terpakai. Kewajiban menggunakan 100% *virgin* material mengakibatkan runner tidak dapat dimanfaatkan kembali. Maka bagian runner produk *White Key* dikategorikan sebagai waste. Penelitian yang dilakukan menghasilkan desain mold *White Key* dengan mengubah sistem cold runner menjadi hot runner. Teknologi *Hot Sprue* Bush yang diterapkan dapat menghemat penggunaan bahan baku plastik AS (acrylonitrile-styrene resin) mencapai 780 kg dalam setahun yang menghemat biaya sebesar Rp103.123.800.

***Kata kunci*:** *White Key*; *Mold*; *Cold Runner*; *Hot Runner*; *Hot Sprue Bush*

Abstract

White Key product is one type of multiple cavity mold produced by PT. Wijara Plastics Indonesia using plastic raw materials that are required to use 100% virgin material, name AS plastic (acrylonitrile-styrene resin), where the material is recorded in the Purchasing Department of PT. Wijara Plastics Indonesia as a material with an expensive price of Rp132.210.00. In addition to being a multiple cavity mold, the White Key mold uses a cold runner system. So it is certain that the White Key mold has a long runner, where the runner is part of the product that is not used. The obligation to use 100% virgin material results in the runner not being able to be reused. Therefore, the runner part of the White Key product is categorized as waste. The research conducted resulted in the White Key mold design by changing the cold runner system to a hot runner. The applied Hot Sprue Bush technology can save the use of AS plastic raw materials (acrylonitrile-styrene resin) reaching 780 kg in a year which saves costs of Rp103.123.800.

***Keywords**: White Key; Mold; Cold Runner; Hot Runner; Hot Sprue Bush*

PENDAHULUAN

PT. Wijara Plastics Indonesia adalah salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pengolahan plastik untuk *mold plastics injection*. Dikarenakan bergerak dalam

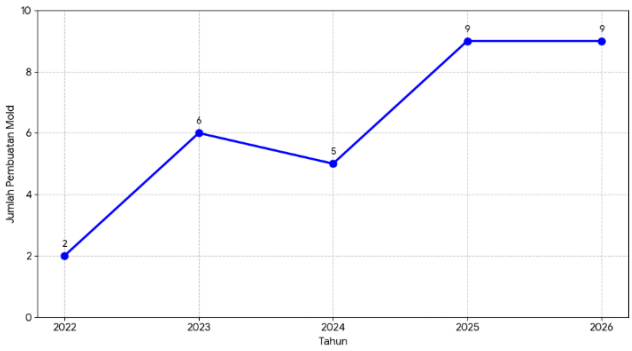
bidang pengolahan plastik untuk mold plastics *injection* ,maka potensi kegiatan atau aktivitas yang berpotensi tidak mempunyai nilai tambah berasal dari *mold*, material plastik, dan kegiatan produksi. Sebuah mold dapat dirancang untuk menghasilkan lebih dari satu jenis produk dalam satu kali proses injeksi. Jenis tersebut dinamakan *multiple cavity mold*. *Multiple cavity mold* mengkonsumsi bahan baku plastik lebih banyak daripada jenis *single cavity mold*. Dengan banyaknya konsumsi bahan baku plastik yang digunakan maka harga bahan baku plastik sangat berpengaruh dalam setiap pembuatan sebuah produk. Beberapa konsumen PT. Wijara Plastics Indonesia menggunakan bahan baku plastik khusus yang mewajibkan menggunakan 100 % *virgin* material untuk menjaga kualitas produk mereka.

Produk *White Key* merupakan salah satu jenis *multiple cavity mold* yang diproduksi oleh PT. Wijara Plastics Indonesia yang diwajibkan menggunakan 100 % *virgin* bahan material plastik yaitu plastik *AS (acrylonitrile-styrene resin),* dimana material tersebut tercatat di Departemen Purchasing PT. Wijara Plastics Indonesia sebagai material dengan harga yang mahal yaitu Rp. 132.210.00. Dalam sekali proses injeksi, satu *mold White Key* menghasilkan 4 buah produk, dimana total berat produk yaitu 101,4 gram dan berat runner 11,55 gram. Produk *White Key* diproduksi sebanyak 26.000 shot per bulan. Total material yang digunakan adalah 2.936,7 kg, maka biaya yang dikeluarkan dalam sebulan untuk memproduksi produk *White Key* sebesar Rp. 388.261.107. Selain sebagai salah satu jenis *multiple cavity mold, mold White Key* menggunakan , dimana dapat dipastikan *mold White Key* memiliki bagian *runner* yang panjang. Waste yang terindikasi bersumber dari bahan baku plastik dan part yang dihasilkan mold, maka perlu dilakukan evaluasi untuk menekan konsumsi bahan baku plastik untuk mengurangi biaya produksi dengan mengadakan modifikasi pada rancangan mold saat ini untuk mengurangi pemakaian bahan baku plastik.

Beberapa penelitian terdahulu telah berupaya menyelesaikan permasalahan limbah runner cetakan. Farida dan Azizah (2025) menerapkan prinsip *lean manufacturing* untuk mereduksi limbah produksi pada area *injection molding*, namun belum menyentuh aspek modifikasi desainmekanis cetakan. Di sisi lain, Setiawan dkk. (2024) mengeksplorasi optimasi parameter prosespengaturan sebagian *runner* pada cetakan motor, sementara Ellianto dkk. (2025) menganalisis variasi ukuran dimensi *runner* terhadap waktu pengisian. Wibawa (2011) juga merancang ulang *runner* cetakan dingin untuk meminimalkan material terbuang, tetapi proses tersebut masih menyisakan runner dingin yang tetap harus dipisahkan secara manual dari produk pasca-proses cetak. Kesenjangan *(gap)* dari penelitian-penelitian tersebut adalah belum banyaknya pembahasan mengenai transisi parsial dari *cold runner* murni ke sistem *semi-hot runner* menggunakan teknologi *Hot Sprue Bush* pada cetakan piano yang menuntut spesifikasi material *AS* tanpa cacat fisik. Modifikasi sistem saluran cetakan dari *cold runner* menjadi hot runner dapat mengeliminasi pembentukan sprue dan memperpendek *runner* dingin secara signifikan, yang pada akhirnya mengurangi volume plastik yang membeku di dalam saluran masuk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan rancangan modifikasi sistem saluran cetakan *White Key* melalui pendekatan *Weighted Objective* untuk memilih alternatif teknologi hot runner terbaik, menyimulasikan aliran pengisian produk, serta menganalisis kelayakan ekonomi dari investasi modifikasi tersebut.

Trend Pembuatan Mold

White Key adalah sebuah *mold* yang diproduksi PT. Wijara Plastics Indonesia atas pesanan dari PT. KAWAI. Pada Gambar 1 dijelaskan grafik tren pembuatan *mold* mengalami kenaikan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Lonjakan pesanan terjadi pada rentang tahun 2022–2023 dan rentang 2024–2025, yang mana sempat mengalami penurunan pada rentang tahun 2023–2024.



Gambar 1. Trend Pembuatan Mold PT. Wijara

Produk

White Key merupakan salah satu komponen utama dari produk *Keyboard Elektrik* yang diproduksi salah satu perusahaan multinasional yang bergerak dibidang komponen alat musik. Gambar 2 merupakan *Sub Assy* produk *Keyboard Electric* dimana produk *White Key* sebagai komponen utama dapat dilihat pada Gambar 3. Sesuai dengan namanya *White* merupakan tuts piano yang berwarna putih, sedangkan tuts yang berwarna hitam disebut *Black Key*.



Gambar 2. Sub Assy produk



Gambar 3. Produk *White Key*

Perbandingan harga material plastic

Produk *White Key* adalah produk yang menggunakan material plastik AS (*acrylonitrile-styrene resin*), di mana material tersebut dikategorikan sebagai material mahal oleh Departemen Sales karena memiliki rasio harga 4x lipat dari harga material yang dikategorikan sebagai material standar oleh perusahaan. Pada Tabel 1 berikut dijelaskan perbandingan beberapa material yang digunakan oleh PT. Wijara Plastic Indonesia:

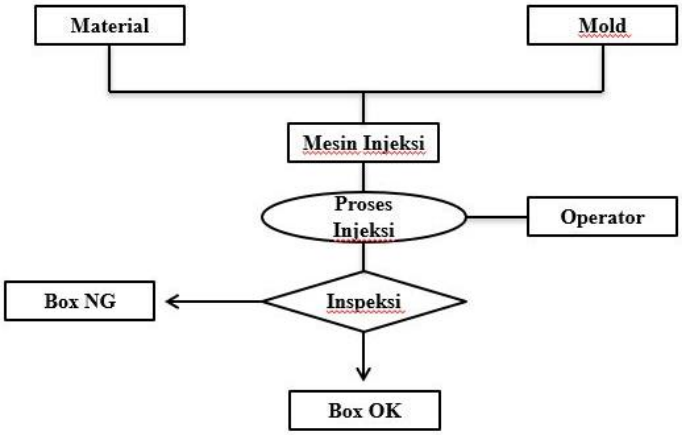
Tabel 1. Perbandingan Harga Material di PT. Wijara Plastic Indonesia

No	Material	Rate
1	ABS STYLAC	2x
2	ABS TOYOLAC 834	2x
3	ABS ADION AS10	3x
4	POM DURACON M90	1x
5	PSHI VS 740	1x
6	PP AW	1x
7	PA+PPE XYRON	2x
8	PMMA	3x
9	NYLON PA 66	2x
10	AS DENKA	4x

Dari tabel 1 penggunaan material AS DENKA 4 kali lebih banyak jika dibandingkan dengan Material PP AW dimana hanya 1 kali,dalam hal ini material PP AW sebagai pembandingnya.

Proses Produksi

Proses produksi diawali dengan persiapan material dan mold yang dipasang pada mesin injeksi. Selanjutnya, operator menjalankan proses injeksi untuk membentuk produk. Hasil produksi kemudian melalui tahap inspeksi untuk memastikan kesesuaian dengan standar kualitas. Produk yang memenuhi spesifikasi ditempatkan pada Box OK, sedangkan produk yang tidak memenuhi standar dipisahkan ke Box NG.



Gambar 4. Proses Produksi *White Key*

METODE PENELITIAN

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jalur utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui wawancara mendalam bersama pimpinan *mold design section* untuk mengidentifikasi kebutuhan teknis dan batasan dalam perancangan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan guna mendukung akurasi analisis. Seluruh data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan pendekatan perancangan terstruktur dengan tahapan sebagai berikut.

Perancangan dan Pengembangan Produk

Pengembangan rancangan dalam penelitian ini mengacu pada konsep Ulrich dan Eppinger (2001), yang mengklasifikasikan proyek inovasi produk ke dalam empat tipe utama, yaitu pembuatan *platform* baru, pengembangan turunan dari *platform* eksisting, peningkatan atau perbaikan pada produk yang sudah ada, serta penciptaan produk yang benar-benar baru. Penelitian ini secara spesifik berfokus pada tipe ketiga, yaitu melakukan perbaikan dan modifikasi performa pada produk *eksisting.*

Metode Perancangan Konstruksi

Untuk menghasilkan rancangan yang sistematis, penelitian ini menerapkan metode perancangan yang mengombinasikan pemikiran rasional dan kreatif guna menemukan solusi teknis yang optimal (Cross, 2001). Pendekatan kreatif diterapkan secara intensif melalui beberapa tahapan terstruktur, yang meliputi pengumpulan gagasan secara bebas (*brainstorming*), analisis akar masalah menggunakan metode *synetic* melalui diagram *fishbone*, serta perluasan cakupan daerah penelitian untuk mengeksplorasi berbagai alternatif konstruksi *mold*.

Pemilihan Alternatif Menggunakan *Weighted Objective*

Setelah berbagai alternatif modifikasi konstruksi *mold* berhasil dirumuskan melalui metode kreatif, tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi objektif. Proses pemilihan keputusan ini menggunakan metode *Weighted Objective (*Cross, 2001*).* Melalui metode ini, setiap kriteria perancangan akan diberikan bobot nilai yang berbeda sesuai dengan tingkat kepentingannya, sehingga alternatif rancangan *mold* terbaik dapat dipilih secara terukur dan rasional.

Metode Zero-One

Metode yang ditujukan untuk penentuan prioritas fungsi-fungsi dengan prinsip relativitas suatu fungsi "lebih penting" atau "kurang penting" terhadap fungsi lainya dimana metode ini mudah dan cepat penggunaanya dengan memberi nilai satu *(one)* pada fungsi yang "lebih penting" dan memberi nilai nol *(zero)* pada fungsi yang "kurang penting". (Hutabarat.J,1995)

- Nilai 1 diberikan pada kriteria yang berada pada kolom lebih penting dari kriteria yang berada pada baris. Nilai 0 diberikan pada kriteria yang berada pada kolom kurang penting dari kriteria yang berada pada baris. Nilai X diberikan pada kriteria yang sama penting pada kolom dan baris.
- Pada kolom ranking diberi angka yang sesuai dengan jumlah kriteria, yaitu 1-6. Rangking diberikan secara terbalik, yaitu yang mendapat total tertinggi mendapat ranking terbesar.

Untuk bobot dihitung dengan rumus = {angka rangking yang dimiliki / jumlah angka ranking} x 100.

Analisa Biaya

Analisa Biaya dipakai sebagai alat untuk mendeteksi apakah perancangan yang dilakukan dapat memberi manfaat positif atau negatif dengan menggunakan *Payback Period*.

$$Payback\ Period\ = \frac{Harga\ Investasi}{Cash\ Flow} \text{ x 1 Tahun} \qquad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Perbaikan

Setelah sumber *waste* dalam proses injeksi berhasil diidentifikasi secara menyeluruh, tahapan analisis selanjutnya dilakukan untuk merumuskan langkah-langkah strategis penanganan. Analisis ini bertujuan untuk meminimalkan, atau bahkan mengeliminasi secara total, pemborosan yang terjadi pada operasional *mold White Key*.

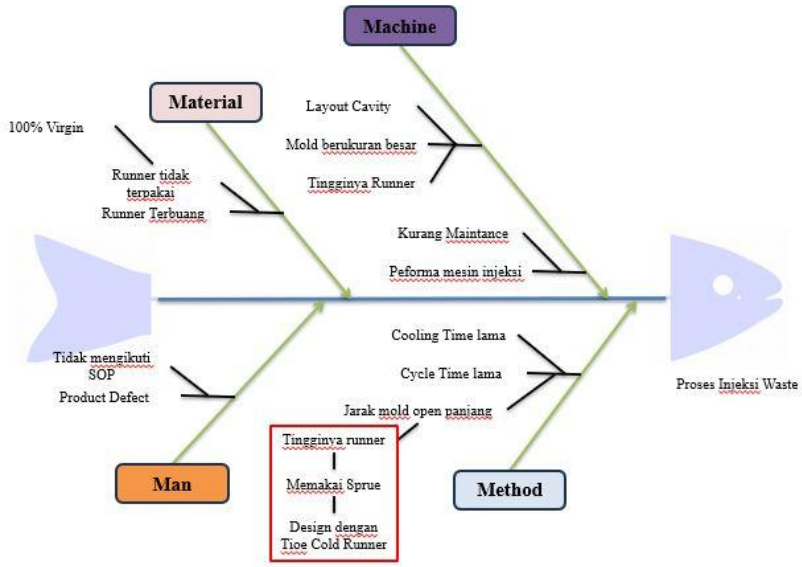
Identifikasi Masalah

Berdasarkan observasi awal dan wawancara yang telah dilakukan, ditemukan adanya *waste* (pemborosan) dalam proses injeksi berupa komponen *runner mold* yang tidak memberikan nilai tambah (*non-added value*). Guna mengeksplorasi potensi pemborosan lainnya pada *mold White Key*, proses identifikasi masalah dilakukan melalui metode *brainstorming* yang dituangkan ke dalam diagram *fishbone* (*Cause and Effect diagram*). Diskusi *brainstorming* ini melibatkan Supervisor *Sales Department* dan Supervisor *Design Section* untuk menjamin akurasi serta validitas hasil analisis. Pemetaan difokuskan pada tiga unsur utama yang mendukung proses injeksi, yaitu komponen *mold*, performa mesin injeksi, dan peran operator.

Fishbone

Diagram *fishbone* diterapkan untuk mengurai dan memetakan seluruh faktor penyebab potensial dari ketiga aspek tersebut secara terstruktur. Melalui pendekatan visual ini, hubungan sebab-akibat yang memicu timbulnya *waste* dapat dianalisis secara mendalam

hingga ditemukan akar permasalahan utamanya (*root cause*). Visualisasi dari pemetaan masalah menggunakan diagram *fishbone* tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. *Mold White Key Waste fishbone diagram*

Berdasarkan Gambar 5 di atas, dilakukan penguraian lebih lanjut terhadap setiap faktor penyebab yang telah dipetakan. Agar rincian mengenai permasalahan pada aspek *mold*, mesin, dan operator tersebut lebih mudah dipahami, maka penjelasan detail mengenai hubungan sebab-akibat ini disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. *Root Cause Discussion Result*

4M	WASTE	1W	2W	3W	4W	5W
Machine	Mesin injeksi dalam performe kurang bagus	Kurang Maintenance				
	Ukuran Mold besar	Tingginya ukuran runner	Memakai sprue bush	**Design Tipe cold runner**		
Material	Runner terbuang	Runner tidak dapat di*recycle*	100% *Virgin* material	menjaga performa produk		
Method	Cycle time lama	Jarak mold open yang lebar	Tingginya ukuran runner	memakai sprue bush	**Design Tipe cold runner**	
		Cooling time lama	Ukuran Mold besar	Tingginya ukuran runner	memakai sprue bush	**Design Tipe cold runner**
Man	Product defect	Tidak ada SOP				
	Kesalahan proses	Kondisi fisik operator				

Dari tabel *root cause* di atas dihasilkan sebuah masalah yang mengakibatkan waste yang belum dilakukan upaya penindaklanjutan, yaitu pada segi material yang penjelasannya sebagai berikut:

Pada segi Material didapati bahwa *runner* yang dihasilkan *mold White Key* tidak dapat digunakan kembali. Produk ini dituntut menggunakan 100% *virgin* material karena tuntutan customer untuk menjaga kualitas produk, serta material AS hanya digunakan untuk

produk *White Key*, sehingga hasil proses injeksi selain produk tidak dapat digunakan kembali. Maka diperlukan upaya perbaikan untuk mengurangi terbuangnya material plastik produk *White Key*.

Keputusan

Berdasarkan hasil *brainstorming* menggunakan diagram *fishbone* dan analisis akar masalah (*root cause*), dapat disimpulkan bahwa *waste* pada proses injeksi sebagian besar bersumber dari faktor *mold* (cetakan) dan material. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa desain *mold* saat ini masih menerapkan sistem *cold runner* dengan komponen *sprue bush*. Konfigurasi tersebut menjadi penyebab utama tingginya dimensi ketinggian *runner* pada *mold White Key*, yang secara langsung berdampak pada besarnya volume material yang terbuang.

Di sisi lain, mengacu pada data Tabel 1, material *Acrylonitrile Styrene* (AS) memiliki rasio harga yang relatif tinggi dibandingkan dengan jenis material lainnya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah upaya strategis untuk meminimalkan konsumsi material plastik AS tersebut selama proses produksi.

Dalam konstruksi *mold*, terdapat beberapa komponen utama yang berhubungan langsung dengan jalur *runner*, antara lain:

- *Layout Cavity*
- *Cavity Plate*
- *Sprue Bush*

Melalui tahapan analisis mendalam terhadap ketiga komponen tersebut, bagian *sprue bush* diidentifikasi sebagai area yang paling berpotensi untuk dimodifikasi. Komponen ini merupakan titik awal masuknya material cair dari nosel mesin injeksi menuju ke dalam *mold*. Penggunaan sistem *cold runner* pada kondisi eksisting saat ini menyebabkan bentukan *runner* menjadi terlalu panjang.

Sebagai solusi, diputuskan untuk melakukan modifikasi pada *mold White Key* dengan mengalihkan sistem saluran dari *cold runner* menjadi sistem *hot runner*. Modifikasi ini bertujuan untuk memangkas ketinggian *runner* secara signifikan, sehingga mampu menekan tingkat konsumsi dan pemborosan material plastik *AS*.

Penentuan Alternatif Hot Runner

Dalam penelitian ini, diusulkan dua tipe sistem saluran sebagai alternatif modifikasi *runner*, yaitu *Hot Sprue Bush* dan *Mini Hot Runner*. Guna menentukan pilihan terbaik secara terukur, dilakukan evaluasi terhadap karakteristik masing-masing kriteria alternatif tersebut. Proses pengambilan keputusan ini menerapkan metode *Weighted Objective*, di mana setiap parameter penilaian diberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingannya. Parameter dan kriteria yang digunakan sebagai dasar pertimbangan pemilihan alternatif sistem *hot runner* tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Alternatif *Hot Runner*

No	Kriteria	*Hot Sprue*	*Mini Hot Runner*
1	Pembuatan desain modifikasi *runner*	*Mudah*	*agak sulit karena membutuhkan space untuk penempatan manifold*
2	Kendala proses pemesinan	ada, membutuhkan kepresisian akan tetapi lebih mudah	ada,membutuhkan kepresisian
3	Biaya modifikasi	lebih murah, harga *Hot Sprue* dan biaya pemesinan masing-masing < Rp. 30.000.000	mahal, harga *Mini Hot Runner* dan biaya pemesinan masing-masing > Rp. 150.000.000

Tabel 3. Kriteria Alternatif *Hot Runner* (Lanjutan)

No	Kriteria	*Hot Sprue*	*Mini Hot Runner*
4	Aplikasi ke *mold*	mudah, menambah *gate bush*	susah, perlu menambah *spacer block*
5	Proses *maintenance*	mudah, tidak rumit dan tidak memerlukan waktu lama	susah, perlu penanganan khusus
6	Keuntungan	ada, mengurangi *runner* 15–20%, mempersingkat *cycle time* dan dapat dipakai untuk *tools* yang lain	ada, mengurangi *runner* hingga 70–80%, mempersingkat *cycle time*

Metode Zero One

Dalam metode *weighted objective* diperlukan penentuan bobot untuk setiap kriteria. Bobot pada setiap kriteria ditentukan dengan metode *zero one* karena mudah dimengerti dan pelaksanaannya cepat dan mudah. Dengan metode *zero one* dapat diketahui kriteria mana yang lebih diunggulkan dari kriteria yang lain. Berikut adalah tabel aplikasi metode *zero one*.

Tabel 4. Pembobotan Kriteria dengan Metode *Zero One*

Kriteria	**No Kriteria**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**Total**	**Ranking**	**Bobot (%)**
Pembuatan desain modifikasi	1	X	0	0	0	0	0	1	1	4,76
Kendala proses pemesinan	2	1	X	0	0	0	1	2	2	9,52
Biaya modifikasi	3	1	1	X	1	1	1	5	6	28,57
Aplikasi ke *mold*	4	1	0	1	X	0	0	2	3	14,29
Proses *maintenance*	5	1	1	0	1	X	0	3	4	19,05
Keuntungan	6	1	1	0	1	1	X	4	5	23,81
	Total							**21**		**100**

Terkait detail Penjelasan table 4 Metode *zero one* di atas adalah sebagai berikut:

- Nilai **1** diberikan pada kriteria yang berada pada kolom lebih penting dari kriteria yang berada pada baris. Nilai **0** diberikan pada kriteria yang berada pada kolom kurang penting dari kriteria yang berada pada baris. Nilai **X** diberikan pada kriteria yang sama penting pada kolom dan baris.
- Pada kolom *ranking* diberi angka yang sesuai dengan jumlah kriteria, yaitu **1–6**.
- *Rangking* diberikan secara terbalik, yaitu yang mendapat *total* tertinggi mendapat *ranking* terbesar.
  Pembobotan dihitung dengan rumus :

$$Bobot = \frac{1}{21}\ x\ 100 = 4,76$$

- Diperoleh bobot untuk setiap kriteria yang ditunjukkan pada tabel di atas.

Metode Weighted Objective

Setelah dilakukan pembobotan setiap kriteria menggunakan metode *zero one*, kemudian dilakukan *scoring* untuk menentukan alternatif *Hot Runner* mana yang akan digunakan. Berikut tabel aplikasi metode *scoring*:

Tabel 5. Metode *Scoring*

Kriteria	Bobot	*Hot Sprue*		*Mini Hot Runner*	
		Rate	*Score*	*Rate*	*Score*
Pembuatan desain modifikasi	0,48	3	1,428	2	0,952
Kendala proses pemesinan	0,95	3	2,856	2	1,904
Biaya modifikasi	2,86	4	11,428	1	2,857
Aplikasi ke *mold*	1,43	4	5,716	2	2,858
Proses *maintenance*	1,91	4	7,62	2	3,81
Keuntungan	2,38	3	7,143	5	11,905
Total Score		**36,191**		**24,286**	
Rank		**1**		**2**	
Decision		**Use**		**No**	

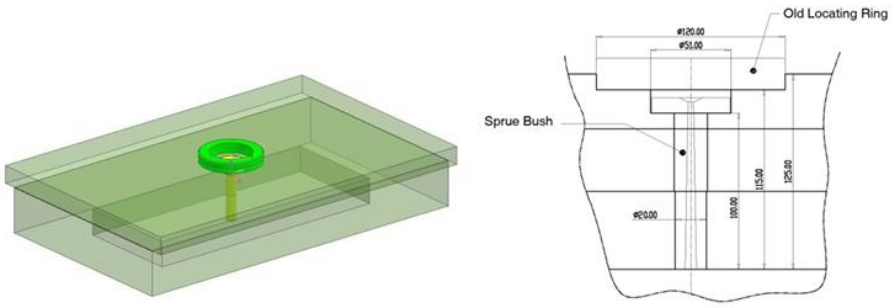
Terkait detail Penjelasan tabel 5 *Metode scoring* adalah sebagai berikut :

- Pembuatan desain modifikasi (Tingkat kesulitan dalam pembuatan desain modifikasi, semakin mudah rating semakin tinggi).
- Kendala proses pemesinan (Tingkat Kesulitan dan Kerumitan dalam proses pemesinan, semakin mudah rating semakin tinggi).
- Biaya Modifikasi (Rentang biaya yang dikeluarkan untuk proses modifikasi, semakin murah rating semakin tinggi).
- Aplikasi ke mold (Kemudahan alternatif *hot runner* untuk digunakan lebih dari 1 mold, semakin mudah rating semakin tinggi).
- Proses *maintenance* (Kemudahan dalam merawat dan memaintenance alternatif *hot runner*, semakin mudah rating semakin tinggi).
- Keuntungan (Keuntungan (pengurangan *runner*) yang dihasilkan dalam penerapan alternatif *hot runner*, semakin banyak rating semakin tinggi).

Nilai pembobotan menunjukan bahwa alternatif *Hot runner* tipe *Hot Sprue Bush* adalah alternatif *hot runner* yang lebih unggul dengan bobot 36.191. Maka dipilihlah *Hot Sprue Bush* sebagai alternatif *hot runner* yang dipakai untuk pergantian *cold runner* menjadi *hot runner* pada *mold White Key*.

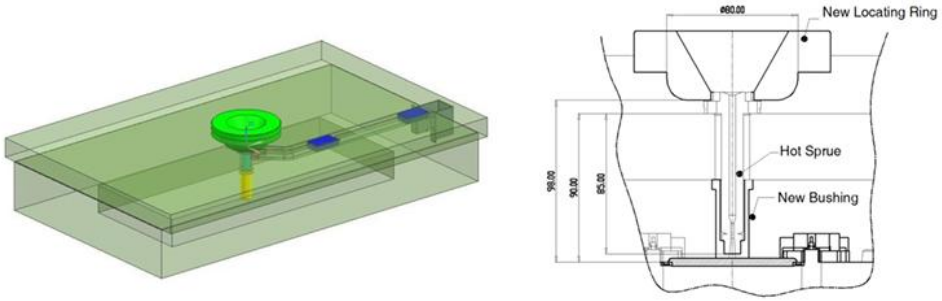
Desain Modifikasi Mold

Pada tahap ini dibahas bagaimana rancangan perubahan *mold White Key* yang sebelumnya menggunakan sistem *Cold Runner* menjadi *Hot Runner*. Rancangan yang dilakukan yaitu penyesuaian *Hot Sprue* terhadap mold *White Key* saat ini.
Kondisi *Mold* saat ini



Gambar 6. Area *Fix Plate* sistem *Cold Runner*

Kondisi *Mold* setelah dimodifikasi



Gambar 7. Gambar Hasil modifikasi dengan *sistem hot runner*

Analisis Hasil Modifikasi

Setelah dilakukan modifikasi, dilakukan simulasi pada bagian *runner Mold White Key* dengan menggunakan software *UG NX 7.5*



Gambar 8. Runner Cold Runner



Gambar 9. Runner Type Hot Runner

Dari hasil simulasi yang ditunjukan pada Gambar 8 dan 9 didapatkan informasi sebelum dilakukan modifikasi berat runner yang ditunjukan dari perhitungan simulasi adalah 10,58 gram, simulasi perhitungan menunjukan berat runner setelah dilakukan modifikasi dengan sistem hot runner adalah 8.09 gram. Terdapat penurunan berat runner sebesar 23,63% yaitu 2,5 gram. Maka dengan merubah Sistem Cold Runner menjadi Sistem Hot Runner, konsumsi kebutuhan material plastik dapat ditekan.

Analisis Biaya Modifikasi

Perhitungan Biaya Modifikasi dan Efisiensi Material

Setelah rancangan modifikasi selesai dibuat, analisis finansial dilakukan untuk mengidentifikasi besaran investasi yang dibutuhkan dalam pembaruan konstruksi *mold White Key*. Seluruh tahapan pengerjaan modifikasi *mold* direalisasikan secara internal (*in-house*), terkecuali untuk pengadaan unit *Hot Sprue Bush*. Total biaya investasi yang dialokasikan untuk proyek modifikasi ini adalah sebesar Rp25.641.200.

Saving Cost Material

Sementara itu, hasil simulasi pengisian material menggunakan *software* UG NX 7.5 menunjukkan adanya reduksi berat *runner* sebesar 2,5 gram per *shot*. Dengan volume produksi produk *White Key* yang mencapai 26.000 *shot* per bulan, modifikasi ini mampu menghemat penggunaan material sebanyak 65 kg setiap bulannya. Akumulasi reduksi massa material tersebut memberikan penghematan biaya produksi sebesar Rp8.593.650 per bulan, atau setara dengan Rp103.123.800 per tahun.

Analisis Pengembalian Modal (*Payback Period*)

Nilai penghematan biaya material tahunan tersebut kemudian digunakan sebagai arus kas masuk (*cash flow*) untuk mengukur periode pengembalian modal. Dengan total investasi awal senilai Rp25.641.200 yang mencakup pengadaan *Hot Sprue Bush set* beserta proses *commissioning*, perhitungan *Payback Period* (PP) dirumuskan sebagai berikut:

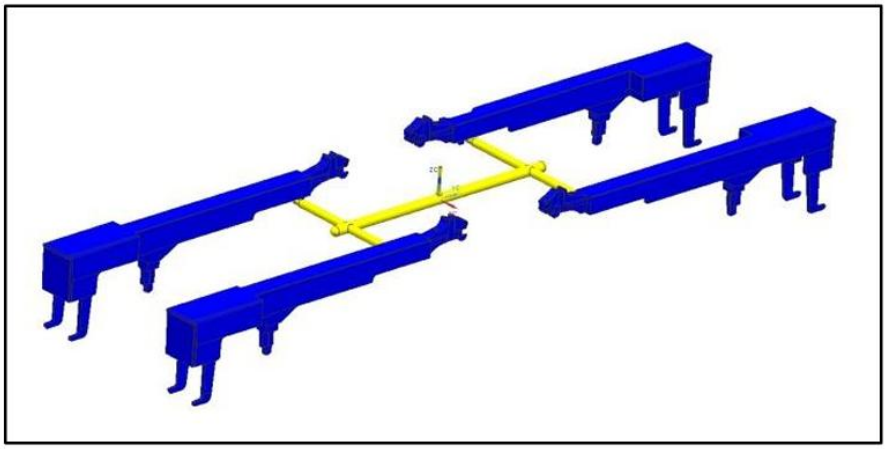
$$Payback\ Period\ = \frac{25.641.200}{103.123.800} \text{ x } 12 = 0{,}249 \text{ Tahun} = 3 \text{ Bulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, investasi untuk modifikasi saluran *runner* berbasis teknologi *Hot Sprue Bush* ini diproyeksikan mencapai titik impas dan mulai menghasilkan keuntungan bersih dalam kurun waktu kurang lebih tiga bulan.

Evaluasi & Titik Keputusan (Decision Point)

Dari analisa dan modifikasi yang telah dilakukan diperoleh beberapa keputusan sebagai berikut :

- Diputuskan untuk merubah sistem *Cold Runner* menjadi sistem *Hot Runner* untuk memperpendek panjang *runner mold White Key* agar konsumsi material plastik berkurang.
- *Hot Sprue Bush* adalah teknologi yang dipilih sebagai alternatif sistem *Hot Runner* pada modifikasi mold *White Key* dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti: Pembuatan desain modifikasi *runner*, Kendala proses pemesinan, Biaya Modifikasi, Aplikasi ke mold, Proses *maintenance*, dan Keuntungan.
- Pemakaian *Hot Sprue Bush* mengakibatkan pemodifikasian pada bagian *Top plate* dan *Cavity Plate* serta menambahkan beberapa part baru seperti: *Locating Ring*, *Bushing*, dan *Holder* untuk pengaplikasian *Hot Sprue Bush*.
- Hasil Modifikasi Rancangan *Runner* Dengan Sistem *Hot Runner*.



Gambar 10. Rancangan *Runner* dengan *Hot Sprue Bush*

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai modifikasi rancangan runner mold pada produk White Key untuk mengurangi penggunaan material plastik, dapat disimpulkan bahwa modifikasi desain runner dengan mengganti sistem cold runner menjadi hot runner berhasil menghasilkan desain baru yang lebih efisien dalam penggunaan bahan baku plastik. Perubahan desain menggunakan teknologi *Hot Sprue* Bush mampu mengurangi konsumsi material sebesar 2,5 gram per shot. Dengan kapasitas

produksi sebanyak 26.000 shot per bulan, penghematan bahan baku yang diperoleh mencapai 65 kilogram per bulan. Secara finansial, penghematan biaya bahan baku plastik untuk produk White Key mencapai Rp103.123.800 per tahun. Sementara itu, biaya investasi yang diperlukan untuk modifikasi runner sebesar Rp25.641.200, yang digunakan untuk proses commissioning, dapat kembali dalam waktu sekitar tiga bulan (payback period), sehingga modifikasi yang dilakukan terbukti layak diterapkan baik dari aspek teknis maupun ekonomis.*commissioning* dengan *payback period* dalam waktu kurang lebih tiga bulan.

DAFTAR PUSTAKA

Cross, N., "Engineering Design Methods, Third Edition," *John Wiley & Sons, Inc.*, pp. 55–110, September 2001.

Ellianto, M. S. D., Wibowo, M. D., & Wirakusuma, K. W. (2025). Analisa Variasi Ukuran Runner System Dan Melt Temperature Terhadap Fill Time, Confidence Of Fill Dan Quality Prediction. *Otopro*, 51-55.

Farida, M. E., Azizah, F. N., & Hamdani, H. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Mengurangi Waste pada Produksi Pivot Piece (Studi Kasus PT. Tri Jaya Teknik Karawang). *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, *6*(3), 279-288.

Hendrawan, B. (2014). *Perancangan Mold Base Produk Bobbin A K25g di PT. Mitsuba Indonesia Dengan Sistem Pin Point Gate* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).

Hutabarat, J., "Rekayasa Nilai (Value Engineering)," *Diktat Kuliah, Institut Teknologi Nasional Malang*, pp. 10–75, June 1995.

Rees, H., "Mold Engineering Second Edition," *Hanser*, pp. 100–180, March 2002.

Setiawan, I., Perdana, B. C., & Aisa, N. N. (2024). Optimisation of the partial runner set-up process in plastic injection moulds using eight steps in the Motorcycle Industry. *Quality Innovation Prosperity*, *28*(1), 223-240.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2001). Perancangan dan pengembangan produk. *Jakarta: Salemba Teknika*.

Wibawa, A. T. (2011). *Perancangan Runner pada Mold Base Produk PHR-11 untuk mengurangi jumlah material terbuang (studi kasus di pt. Semyung prima)* (Doctoral dissertation, UAJY).

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the operational research society*, *48*(11), 1148-1148.