

## Perancangan Sistem Pencarian Benda Kerja Berdasarkan Data Proses Manufaktur Terdahulu dengan Similaritas OPITZ

Mohammad Mi'radj Isnaini \*, Harsa Arisyi Maharamis Poetra  
Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, Indonesia; email:  
[isnaini@itb.ac.id](mailto:isnaini@itb.ac.id), [harsa.poetra@gmail.com](mailto:harsa.poetra@gmail.com)

\* Corresponding author

### Abstrak

Pada industri manufaktur kecil manufaktur logam banyak ditemui pemanfaatan data dari benda kerja lama untuk digunakan kembali seperti reuse desain atau menggunakan data proses manufaktur sebagai acuan untuk benda kerja serupa. Data dari benda kerja tersebut dapat dimanfaatkan kembali oleh perusahaan untuk melakukan estimasi proses manufaktur yang umumnya masih didasari oleh pengalaman operator. Penelitian ini mengusulkan sebuah framework untuk membandingkan kemiripan suatu benda kerja dengan benda kerja lainnya berbasis kode OPITZ. Framework usulan diimplementasikan dalam suatu perusahaan berbasis Make-To-Order (MTO) yang memiliki repetitif order yang bervariasi. Framework usulan memiliki dua bagian utama, yaitu proses pencarian dan proses translasi kode OPITZ. Proses pencarian dimulai dengan pekerja meng-input informasi umum benda kerja. Selanjutnya, informasi benda kerja dilanjutkan pada proses translasi menjadi kode opitz. Kode opitz benda kerja dibandingkan dengan kode opitz lainnya dan dihitung tingkat similaritasnya dengan koefisien similaritas. Benda kerja dengan tingkat similaritas tertinggi akan dipilih dan dimanfaatkan data proses manufakturnya sebagai acuan dari benda kerja tersebut. Data routing dan waktu proses dari benda dengan tingkat similaritas tertinggi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai data masukan pada aktivitas lainnya seperti, penjadwalan dan estimasi biaya.

**Kata Kunci:** Proses manufaktur, representasi benda kerja, routing, kode opitz, similaritas.

### Abstract

**[Workpiece Search System Design Based on Previous Manufacturing Process Data with OPITZ Similarity]** In small metal manufacturing industries, it is common to find use of data from old workpieces for reuse, such as reusing designs or using manufacturing process data as a reference for similar workpieces. Data from these workpieces can be reused by the company to estimate the manufacturing process, which is generally still based on operator experience. This study proposes a framework to compare the similarity of a workpiece with other workpieces based on the OPITZ code. The proposed framework is implemented in a Make-To-Order (MTO) based company that has a variety of repetitive orders. The proposed framework has two main parts, namely the search process and the OPITZ code translation process. The search process begins with the worker inputting general workpiece information. Furthermore, the workpiece information is continued in the translation process into an opitz code. The opitz code of the workpiece is compared with other opitz codes and the level of similarity is calculated with the similarity coefficient. The workpiece with the highest degree of similarity will be selected and the manufacturing process data used as a reference for the workpiece. The routing data and processing time of objects with the highest similarity level can be used as input data for other activities such as scheduling and cost estimation.

**Keywords:** Manufacturing process, workpiece representation, routing, opitz code, similarity.

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Design and Manufacturing Engineering*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Isnaini, M. M., & Poetra, H. A. M. (2023). Perancangan Sistem Pencarian Benda Kerja Berdasarkan Data Proses Manufaktur Terdahulu dengan Similaritas OPITZ. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 870-876.

## **1. Pendahuluan**

Sistem produksi *Make-to-Order* (MTO) telah banyak diimplementasikan pada perusahaan manufaktur kecil dan menengah dengan melakukan produksi ketika terdapat pesanan dari pelanggan. MTO adalah sebuah sistem produksi yang akan menghasilkan produk terkustomisasi berdasarkan permintaan pelanggan dan tidak dilakukan secara berulang (Haskose dkk., 2004). Sistem produksi MTO memiliki ciri produk yang bervariasi tinggi tetapi rendah volume.

Secara umum, perusahaan manufaktur kecil dan menengah memiliki dua tahapan dalam pemenuhan pesanan pelanggan MTO, yaitu tahap pra-order dan tahap produksi. Tahap pra-order dimulai dengan pelanggan melakukan pemesanan kepada divisi sales CV CSM yang diikuti pembuatan sketsa dan model *computer aided design* (CAD) dari benda kerja pesanan pelanggan. Model CAD ini akan menjadi dasar estimasi waktu pengerjaan dengan memperhatikan kebutuhan fitur pemesinan pada benda kerja. Jika pelanggan menyetujui estimasi waktu pengerjaan tersebut, maka selanjutnya dapat dilanjutkan tahap kedua untuk melakukan produksi.

Salah satu praktik yang banyak digunakan industri serupa untuk mengurangi waktu pra-order adalah menggunakan kemasli desain serupa atau yang memiliki kesamaan (Hong dkk., 2006). Dengan ini pada tahap pra-order, perusahaan tidak perlu membuat model CAD dari nol dan dapat menjadikan waktu proses pemesinan aktual dari benda kerja serupa yang pernah dikerjakan sebagai dasar untuk mengestimasi waktu pengerjaan. Dengan demikian, pelanggan dapat memperoleh hasil estimasi waktu pengerjaan yang lebih cepat untuk memutuskan dan di sisi perusahaan dapat memberikan pelayanan pra-order bagi pelanggan.

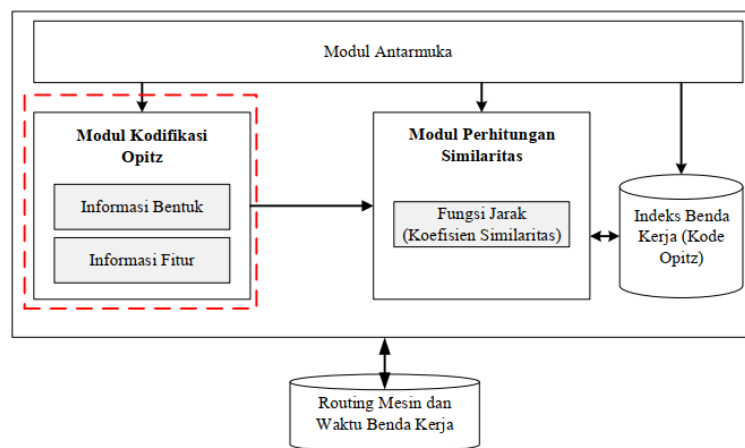
Sebuah framework awal telah dikembangkan oleh Zehtaban dkk. (2016) dengan tujuan utama mengurangi waktu pada tahap desain. Framework ini merupakan sebuah sistem pencarian benda kerja berdasarkan similaritas representasi benda kerja. Benda kerja dapat direpresentasikan dalam bermacam bentuk lain seperti kode, grafik, dan teks. Pada framework ini, benda kerja direpresentasikan dalam salah satu bentuk yang banyak digunakan industri serupa, yaitu kode OPITZ.

Penelitian ini mengembangkan prototipe untuk membandingkan kemiripan suatu benda kerja dengan benda kerja lainnya berbasis kode OPITZ. Kerangka usulan diimplementasikan dalam suatu perusahaan berbasis *Make-To-Order* (MTO) yang memiliki pesanan berulang yang bervariasi. Data pengerjaan dari benda kerja terdahulu dapat dimanfaatkan kembali oleh perusahaan untuk melakukan estimasi waktu pengerjaan yang umumnya masih mengandalkan pengalaman operator.

## **2. Metode**

Penelitian ini mengusulkan framework sesuai Gambar 1 yang dikembangkan berdasarkan dua tahapan, yaitu tahap pengembangan model konseptual dan tahap

perancangan prototipe. Tahap pertama merupakan penyesuaian dari modul pada model acuan dan tahap kedua terdapat tiga sub-tahapan sebagai langkah pengembangan prototipe dari tahap pertama. Hasil dari penelitian ini juga diverifikasi dan divalidasi berdasarkan data acuan pada perusahaan manufaktur.



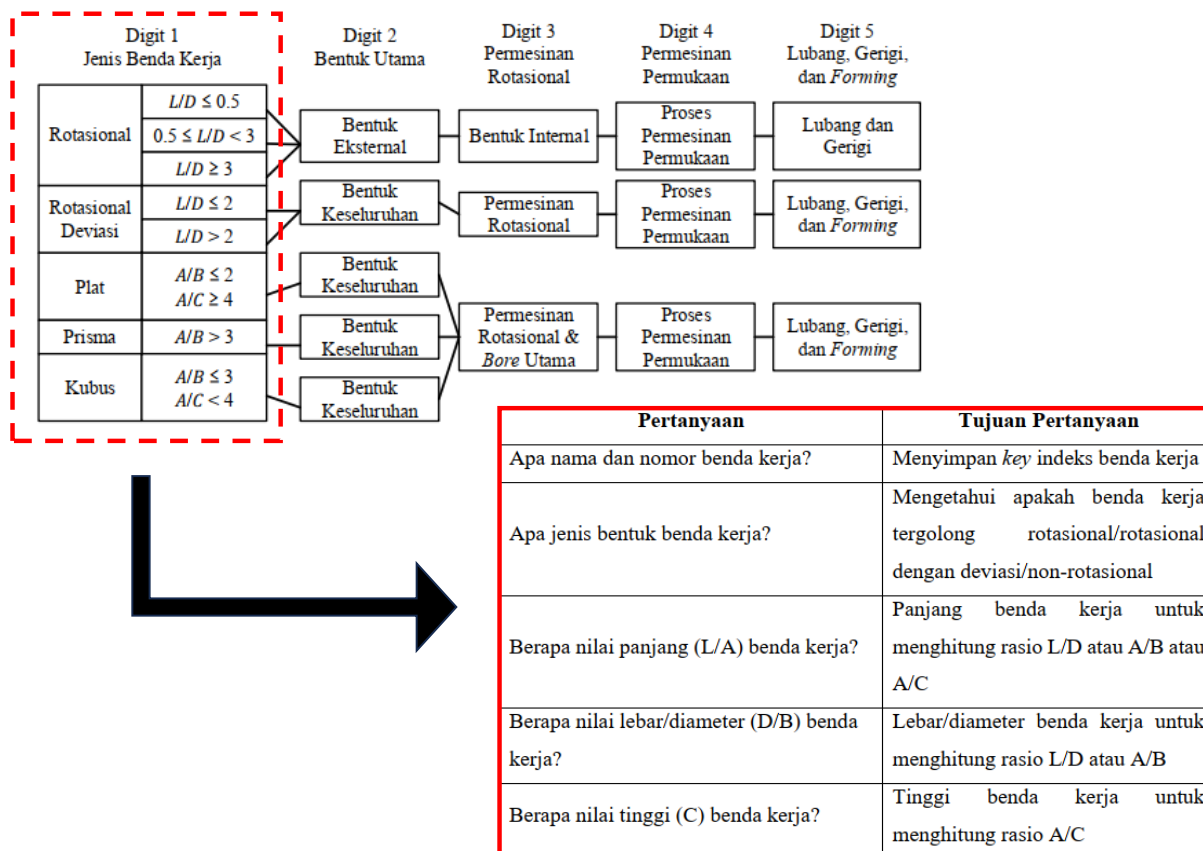
**Gambar 1.** Pengembangan framework pengenalan similaritas.

Tahap pertama memiliki dua tujuan utama, yaitu penurunan pertanyaan sistem kodifikasi dan penentuan perhitungan similaritas. Sistem kodifikasi OPITZ per digitnya ditranslasikan menjadi pertanyaan seperti contoh pada Gambar 2. Kode OPITZ dikembangkan menjadi 9 digit dengan mengakomodasi penelitian sebelumnya oleh Zehtaban dkk. (2016). Setiap digit merupakan suatu logika pengklasifikasian yang dapat dijadikan dasar pertanyaan dalam pembangkitan kode pada tahap kedua. Sistem pencarian akan bergantung pada hasil similaritas dari kode OPITZ terpilih. Pengembangan dilakukan dengan memilih model perhitungan yang dapat merepresentasikan similaritas antara kode benda kerja yang dibangkitkan dengan kode benda kerja lainnya. Menurut Cha (2007), koefisien kosinus atau angular metric adalah hasil kali inner product untuk mengukur sudut antar dua vektor. Berikut adalah persamaan koefisien kosinus seperti yang dapat dilihat pada persamaan (1) yang dipergunakan untuk menghitung similaritas pada penelitian ini. *Scos* adalah tingkat similaritas antara vektor benda kerja A dan vektor benda kerja B; *Pi* : nilai digit ke i dalam vektor benda kerja A; *Qi* : nilai digit ke i dalam vektor benda kerja B; dan *n* : jumlah digit.

$$Scos = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^d P_i Q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^d P_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^d Q_i^2}} \quad (1)$$

Tahap kedua memiliki tiga sub-tahapan, yaitu perancangan prototipe sistem generasi kode, perancangan prototipe sistem pencarian, dan pengumpulan data. Sistem pembangkitan kode dapat menghasilkan kode berdasarkan informasi benda kerja. Prototipe dirancang berdasarkan hasil perincian sistem kodifikasi yang telah dikembangkan pada tahap pertama. Prototipe dirancang dalam bentuk paling sederhana yang dapat menghasilkan kode untuk suatu benda kerja berdasarkan sistem kodifikasi acuan. Setelah prototipe berhasil membangkitkan kode untuk benda kerja, prototipe dirancang untuk dapat mencari benda kerja yang paling similar berdasarkan benda kerja tersebut. Similaritas antar kode benda kerja ditentukan berdasarkan model perhitungan yang telah dipilih sebelumnya. Prototipe sistem

penelitian disambungkan dengan modul penyimpanan indeks benda kerja dan penyimpanan process planning benda kerja. Setelah prototipe berhasil dirancang, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap prototipe. Untuk melakukan pengujian pada prototipe, diperlukan beberapa data benda kerja yang sudah pernah diproduksi. Data benda kerja diambil secara random dari penyimpanan data benda kerja suatu perusahaan manufaktur.



Gambar 2. Contoh pertanyaan pada Digit 1 OPITZ.

Langkah terakhir dari penelitian adalah melakukan verifikasi dan validasi terhadap prototipe yang dikembangkan. Verifikasi prototipe dilakukan untuk memastikan prototipe yang dibuat dapat menghasilkan kode sesuai dengan sistem kodifikasi acuan. Verifikasi dilakukan dengan mengambil contoh benda kerja lalu membandingkan hasil kode benda kerja yang dibangkitkan oleh prototipe dengan kode benda kerja yang dibangkitkan secara manual berdasarkan sistem kodifikasi acuan. Validasi prototipe dilakukan untuk memastikan bahwa keluaran dari prototipe sesuai dengan kondisi sesungguhnya pada perusahaan acuan. Validasi prototipe dilakukan dengan membandingkan hasil pencarian benda kerja terhadap benda kerja yang ingin dijadwalkan. Perbandingan dilakukan secara visual melihat fitur yang ada pada beberapa benda kerja dengan nilai similaritas terbesar.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kedua tahapan yang dijelaskan pada bagian metode diimplementasikan menggunakan VBA pada Microsoft Excel dengan tampilan antar muka seperti pada Gambar 3. Pengujian dilakukan untuk melihat tahapan penggunaan sistem dan hasil. Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda kerja Dop Roll seperti pada Gambar 4. Sistem akan membangkitkan

kode opitz benda kerja berdasarkan informasi yang diisi oleh operator terhadap pertanyaan yang diajukan. Hasil dari sistem kodifikasi menunjukkan Dop Roll akan memiliki kode OPITZ 131000900. Hasil ini telah diverifikasi dan divalidasi dengan melakukan konfirmasi bersama pada perusahaan. Pada Gambar 4 juga menunjukkan hasil sistem pencarian terhadap benda kerja Dop Roll. Hasil perhitungan similaritas menunjukkan Dop Roll akan memiliki kesamaan sebesar 97% dengan benda kerja Bushing dan 95% dengan benda kerja Spring Shaft.

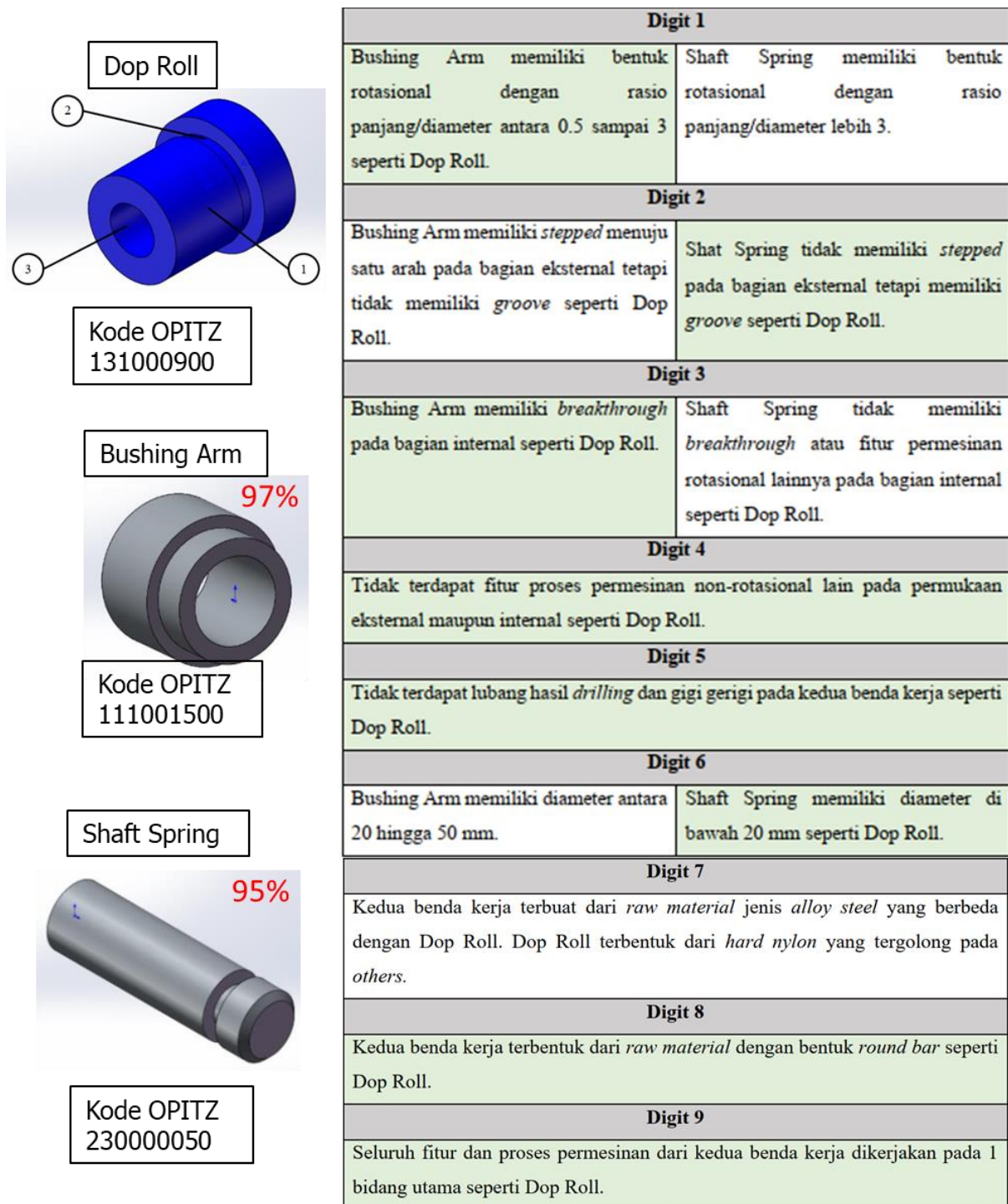
SISTEM RETRIEVAL SIMILARITAS BERDASARKAN KODE OPITZ					
1		NAMA PART	KODE OPITZ		
		Dop Roll	131000902		
2					
NO PART	NAMA PART	KODE OPITZ	GAMBAR	SIMILARITAS	
221430102	Dop Roll	131000902	<a href="#">Link</a>	100%	<input type="checkbox"/>
221320101	Bushing Arm	111001501	<a href="#">Link</a>	97%	<input type="checkbox"/>
220030103	Coupling Part 3	121301501	<a href="#">Link</a>	87%	<input type="checkbox"/>
3					
Generate		Kirim	Cari	Clear	

Gambar 3. Tampilan antarmuka hasil pengembangan prototipe.

Kode opitz terdiri dari 9 digit yang memiliki representasi masing-masing. Setiap digit berkontribusi untuk menjelaskan bentuk dari sebuah benda kerja. Namun, terdapat beberapa digit kritis yang mempunyai pengaruh lebih dalam membedakan satu benda kerja dengan benda kerja lainnya serta terhadap perencanaan proses. Digit kritis yang dimaksud adalah digit yang dapat memberikan hasil yang berbeda dari perencanaan proses sebuah benda kerja meskipun memiliki bentuk keseluruhan yang hampir serupa. Digit-digit ini perlu dipertimbangkan atau diberikan bobot lebih dalam perhitungan similaritas untuk memberikan hasil perencanaan proses yang lebih sesuai. Berdasarkan hasil elaborasi, salah satu penentu utama lama waktu proses adalah ukuran dari benda kerja. Benda kerja yang lebih besar akan membutuhkan waktu proses yang lebih lama. Ukuran benda direpresentasikan pada digit 1 dan digit 6 kode OPITZ.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini mampu mengembangkan kerangka pencarian benda kerja terdahulu sebagai bagian dalam pemenuhan pra-order di suatu perusahaan. Sistem kodifikasi OPITZ mampu dimodifikasi dengan memanfaatkan beberapa pertanyaan yang ditujukan untuk operator sebagai alternatif pembuatan model CAD yang umumnya diperlukan pada tahap pra-order. Jawaban dari pertanyaan tersebut mencakup informasi bentuk dan fitur dari benda kerja pada tahap pra-order. Informasi tersebut dimanfaatkan menjadi input untuk sistem yang dapat menentukan kode OPITZ dari benda kerja.



Gambar 4. Perbandingan hasil pencarian similaritas.

Prototipe sistem pencarian yang telah dikembangkan dapat memberikan estimasi routing mesin dan waktu proses dari benda kerja serupa terdahulu yang pernah dikerjakan di suatu perusahaan. Sebelumnya, model CAD sangat diperlukan untuk menentukan routing serta waktu proses berdasarkan pengalaman. Dengan adanya sistem pencarian, operator hanya perlu memasukkan informasi terkait benda kerja dan memilih benda kerja dengan tingkat similaritas tertinggi. Sistem bekerja dengan membangkitkan kode OPITZ dari benda kerja acuan dan membandingkannya dengan kode OPITZ benda kerja lainnya yang sudah

tersimpan. Data routing dan waktu proses yang berkorespondensi dengan benda kerja yang memiliki similaritas tertinggi dapat dikirimkan ke sistem penjadwalan yang terhubung pada suatu jaringan kolaboratif perusahaan.

**Ucapan Terima Kasih:** Peneliti berterima kasih kepada skema Penelitian, Pengabdian Masyarakat dan Inovasi (PPMI) 2023 Institut Teknologi Bandung 2023 yang mengakomodasi pendeseminasian penelitian ini pada Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023.

#### **Daftar Pustaka**

- Cha, S.-H., 2007. Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures between Probability Density Functions. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 4(1), 300-307.
- Haskose, A., Kingsman, B. & Worthington, D., 2004. Performance analysis of make-to-order manufacturing systems under different workload control regimes. *Int. J. Production Economics*, 90(2), 169-186. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00052-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00052-5)
- Hong, T., Lee, K. & Kim, S., 2006. Similarity Comparison of Mechanical Parts to Reuse Existing Designs. *Computer Aided Design*, 38 (9), 973-984. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2006.05.004>
- Zehbatan, L., Elazhary, O. & Roller, D., 2016. A Framework for Similarity Recognition of CAD Models. *Journal of Computational Design and Engineering*. 3 (3), 274-285. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2016.04.002>