

Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Pengelas Kapsul Iradiasi Otomatis Berbasis PLC

Yadi Yunus ^{1*}, Iwan Istanto ², Diandono Kuntjoro ³, Budi Suhendro ⁴, Harizt Rahmansyah ⁵

^{1*,2,3,4,5}Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia – BRIN

*Email: yadiyunus@gmail.com

ABSTRAK

Proses pembuatan kapsul iradiasi dengan menggunakan pengelasan di PRTRRB-BRIN masih dilakukan secara manual oleh tenaga ahli las bersertifikat, hal ini menjadikan ketergantungan akan keberadaan tenaga ahli las bersertifikat. Untuk mengurangi ketergantungan tersebut maka dilakukan penelitian rancang bangun sistem kontrol mesin pengelas kapsul iradiasi otomatis berbasis PLC. Obyek kontrol dari sistem berupa 3 buah motor stepper sebagai aktuator mekanisme mesin las kapsul iradiasi. Motor stepper 1 sebagai aktuator gerakan vertikal naik-turun torch las menngarah dan balik titik awal pengelasan, motor stepper 2 sebagai aktuator gerak horizontal zig-zag untuk proses pelelehan awal dan pengelasan dan motor stepper 3 sebagai aktuator gerak putaran roda pemegang kapsul untuk proses pengelasan flat melingkar tutup kapsul iradiasi. Untuk mempermudah operasional mesin las oleh operator, sistem kontrol dilengkapi dengan software human machine interface (HMI). Otomatisasi mekanisme kerja mesin las menggunakan pola pendekatan pada metode pengelasan secara manual, dimana pengelasan diawali dengan proses pelelehan awal base material dilanjutkan dengan proses pengelasan jalan flat normal hingga siklus pengelasan selesai. Hasil uji simulasi pengelasan menunjukkan pola gambar daerah lasan telah memadai, keakurasian dan kepresisian gerak vertikal maupun horizontal dari torch las masing-masing 100%, sedangkan akurasi dan presisi gerak roda putar pemutar kapsul iradiasi masing-masing 97,93 % dan 98,70 %

Kata kunci : Kapsul iradiasi, Pengelasan otomatis, PLC-HMI, PRTRRB-BRIN

ABSTRACT

The process of manufacturing irradiated capsules by welding at PRTRRB-BRIN is still done manually by certified welders., this makes it dependent on the presence of certified welding experts. To reduce this dependency, research was carried out on the design and construction of a PLC-based automatic irradiation capsule welding machine control system. The control objects of the system are 3 stepper motors as actuators for the irradiation capsule welding machine mechanism. Stepper motor 1 as an actuator for the vertical movement up and down of the welding torch towards and back to the starting point of welding, stepper motor 2 as an actuator for horizontal zig-zag movement for the initial melting and welding process and stepper motor 3 as an actuator for the rotational movement of the capsule holder wheel for the flat welding process circular irradiation capsule lid. To make welding machine operations easier for operators, the control system is equipped with human machine interface (HMI) software. Automation of the working mechanism of the welding machine uses an approach pattern to the manual welding method, where welding begins with an initial melting process of the base material followed by a normal flat road welding process until the welding cycle is complete. The welding simulation test results show that the image pattern of the weld area is adequate, the accuracy and precision of the vertical and horizontal movements of the welding torch are 100% each, while the accuracy and precision of the movement of the rotating wheel of the irradiation capsule spinner are 97.93% and 98.70% respectively.

Keywords: Irradiation Capsule, Automatic Welding, PLC-HMI, PRTRRB-BRIN

1. Pendahuluan

Radioisotop dapat dimanfaatkan di berbagai bidang kehidupan manusia, di antaranya bidang industri, pertanian hingga medis. Radioisotop diproduksi melalui proses *Nuclear Reactor Irradiation* terhadap bahan radadionuklida yang tersedia di alam, Untuk memproses bahan dari alam menjadi radioisotop memerlukan wadah/tabung kecil terbuat dari bahan aluminium. Tabung kecil yang tertutup rapat kuat hingga kedap udara luar dan air ini disebut sebagai kapsul iradiasi [1]. Dalam proses menutup tabung aluminium kecil diameter 1 inchi menggunakan metode Las TIG atau GTAW yang perlu rapat kuat dan merata pada sambungan antara badan kapsul dengan penutup kapsul, agar kapsul terhindar dari kebocoran yang dapat berakibat bahan yang akan diiradiasi terkontaminasi.

Pusat Riset Teknologi Radioisotop, Radiofarmaka, dan Biodesimetri- Badan Riset dan Inovasi Nasional (PRTRRB-BRIN) merupakan pusat riset yang memiliki hak untuk membuat kapsul iradiasi, proses pengelasan badan dan penutup kapsul iradiasi yang terbuat dari bahan aluminium masih dilakukan secara manual oleh personil ahli las bersertifikat [2]. Keberadaan dan jumlah personil ahli las bersertifikat yang terbatas, menimbulkan masalah ketergantungan akan keberadaan personil ahli las tersebut ketika proses manufaktur kapsul iradiasi tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian “Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Pengelas Kapsul Iradiasi Otomatis Berbasis PLC”. Dengan sistem otomasi ini, akan mempermudah operator las dalam mengoperasikan mesin las dalam pengelasan kapsul iradiasi serta meningkatkan kualitas dan produktivitas lasan.

2. Metoda Penelitian

Penelitian rancang bangun system control mesin pengelas kapsul iradiasi otomatis ini menggunakan perangkat hardware maupun software sebagai berikut:

1. Laptop/computer untuk pemrograman
2. Multimeter
3. Jangka sorong
4. Busur derajat
5. Aplikasi CX-Programmer
6. Aplikasi CX-Designer
7. Sistem mekanika pengelasan GTAW
8. Mesin Las GTAW

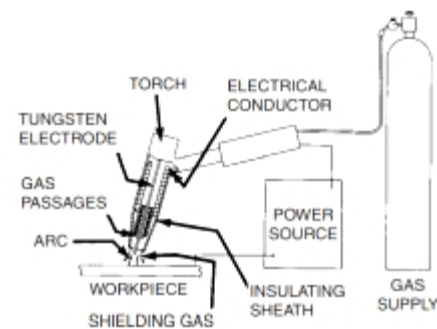
Sedangkan komponen yang digunakan meliputi,

1. PLC Omron CP1H-XA40DT-D
2. Motor Stepper NEMA 23 dan *Driver*
3. *Power supply* DC 24 dan 5 V, 5 A
4. Relai 24 VDC dan kabel konektor secukupnya.

Selanjutnya langkah-langkah yang dilakukan dalam merancang bangun system control mesin las otomatis adalah:

1. Penentuan/pemilihan jenis pengelasan,

Bahan kapsul iradiasi yang akan dilakukan pengelasan terbuat dari aluminium dengan ukuran/dimensi yang tidak begitu besar/tebal, maka pengerjaan las yang tepat adalah pengerjaan dengan Las TIG atau metode Las GTAW (*Gass Tungsten Arc Welding*)[3].



Gambar 1. Struktur dan mekanisme kerja Las GTAW [4]

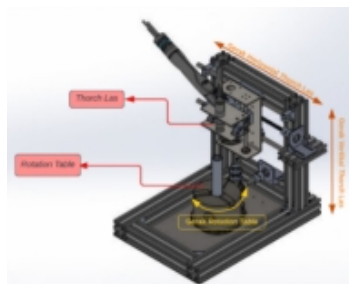
2. Pengamatan dinamika proses pengelasan kapsul iradiasi

Metode pengelasan otomatis pada kapsul iradiasi dilakukan pendekatan pada proses pengelasan kapsul iradiasi secara manual yaitu dimulai dari proses pelelehan awal *base material* pada satu titik pengelasan. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengelasan *flat*/datar arah melingkari

tutup kapsul hingga siklus pengelasan tercapai.

Gerak elektrode untuk pengelasan kapsul iradiasi, yang diperlukan adalah gerakan elektrode vertikal naik-turun untuk penggerak elektrode menuju dan kembali dari titik obyek pengelasan, gerakan horizontal kecil untuk penggerak elektrode saat proses pelelehan awal dan atau gerakan zig-zag saat proses pengelasan *flat* kontinyu dengan gerakan melingkar untuk memutar kapsul untuk proses pengelasan kontinyu pada bidang keliling lingkaran penutup kapsul iradiasi. Dari investigasi dinamika gerakan tersebut, maka dibuatlah konsep sistem mekanik untuk proses pengelasan otomatis untuk pengelas kapsul iradiasi seperti Gambar 2, dan dari arah gerakan yang diperlukan maka dibutuhkan 3 (tiga) aktuator yaitu aktuator untuk gerakan vertikal, horizontal dan gerakan putar roda pemegang dan pemutar kapsul iradiasi.

Proses pengelasan kapsul iradiasi membutuhkan pergerakan pengelasan yang akurat dan presisi, oleh karena itu dipilih penggerak *torch* las berupa motor stepper [5]. Baik itu untuk pergerakan vertikal, horizontal maupun gerak putar. Mengacu pada penelitian sebelumnya [2] motor stepper yang digunakan masing-masing adalah motor stepper dengan type NEMA 23 model J-5718HB2401 sebagai penggerak ketiga sumbu mesin las GTAW otomatis tersebut.



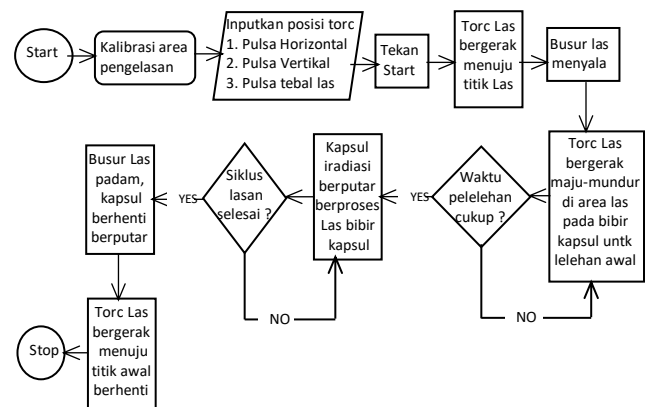
Gambar 2. Konsep sistem mekanik penggerak Torc Las GTAW untuk pengelas Kapsul iradiasi

3. Pemilihan dan Penentuan sistem kontrol

Mengingat proses kerja pengelasan ini bisa dikatakan termasuk skala industri maka sebagai komponen utama sistem kontrol ini dipilih menggunakan PLC. Dengan type PLC Omron CP1H-XA40DT-D yang mampu mengirimkan sinyal frekuensi tinggi agar dapat mengoperasikan motor stepper NEMA 23 secara presisi. Sinyal output PLC digunakan sebagai inputan modul-modul driver untuk penggerak motor stepper dan relai untuk pemantik elektrode las. Dalam hal ini digunakan 3 modul driver yang juga sama yaitu TB 600 dan relai 24VDC 3A. Disamping itu, dalam rangka membuat operator lebih mudah dalam operasional pengelasan dan mengurangi adanya pengawatan untuk panel operasional dan monitoring, sistem kontrol dilengkapi dengan *HMI (human machine interface)*[6].

4. Perancangan dan pembuatan sistem kontrol

Untuk merancang sistem kontrol otomatis mesin pengelas kapsul iradiasi berbasis PLC, maka dibuat program kontrol PLC dan HMI dengan skema alur proses kerja pengelasan kapsul iradiasi otomatis seperti ditampilkan Gambar 3.



Gambar 3. Skema blok diagram alur kerja proses pengelasan kapsul iradiasi otomatis.

Selanjutnya berdasar Gambar 3 dilakukan pembuatan program *ladder* PLC menggunakan *software CX-Programmer* untuk sistem otomatisasinya. Berikutnya dilakukan pembuatan program *human*

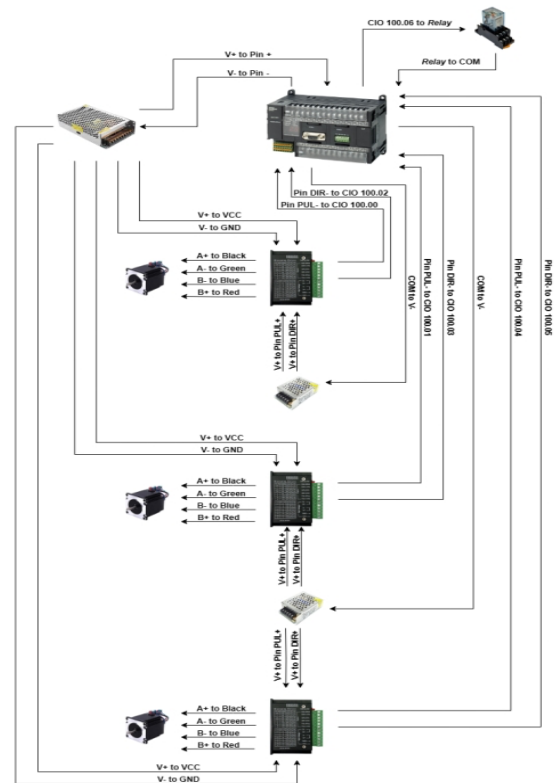
machine interface (HMI) dengan menggunakan *software CX-Designer*. *Software HMI* dirancang terdiri dari dua bagian (*screen*) *HMI*, yaitu bagian kalibrasi titik pengelasan dan bagian proses pengelasan kapsul iradiasi itu sendiri. Bagian kalibrasi dirancang dengan menyediakan kolom inputan (*numerical display input*) untuk memasukkan variabel *speed* dan variabel *pulse* yang digunakan saat proses kalibrasi *torch* las vertikal dan *torch* las horizontal. Bagian proses pengelasan dirancang dengan menyediakan kolom inputan untuk memasukkan *pulse torch* las horizontal, *torch* las vertikal, tebal pengelasan, waktu pengelasan *flat* kontinyu, dan waktu pelelehan awal.

5. Pengawatan sistem kontrol

Setelah berbagai komponen lengkap serta pemrogram kontrol dan HMI selesai, maka dirangkai / *diinstall* komponen-komponen tersebut seperti Gambar 4.

6. Pengujian simulasi pengelasan

Dari hasil instal dan perakitan software maupun hardware kemudian dilakukan pengujian fungsi kerja alat. Namun dalam hal ini pengujian dilakukan masih sebatas uji pengelasan simulasi, karena sistem mekanik otomatis yang tersedia masih terdapat kendala pada masalah penyaluran aliran arus listrik dari pole + positif elektrode las ke pole – negatif *base material* las/mesin Las.



Gambar 4. Instalasi rangkaian sistem kontrol mesin las kapsul iradiasi otomatis.

Uji simulasi disini adalah pengujian proses pengelasan, yang mana sebagai ujung elektrode las digantikan dengan spidol, sehingga tapak bekas lukisan spidol dapat diasumsikan sebagai bentuk/pola visual hasil pengelasan yang telah dilakukan.

Meskipun pengujian proses pengelasan secara simulasi, setidaknya-tidaknya akan juga dapat diketahui apakah sistem kontrol otomatis yang telah berhasil dirancang bangun bisa bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan dan hal itu dapat dilihat dari lukisan pola pengelasan yang dihasilkan. Pengujian diaawali dengan simulasi kalibrasi titik/daerah pengelasan untuk mengetahui titik pengelasan kapsul iradiasi yang akan dilakukan. Kalibrasi titik pengelasan dilakukan dengan memberi *input pulse* pada motor *stepper* penggerak sumbu *torch* las vertikal dan sumbu *torch* las horizontal hingga *torch* las berada tepat pada titik pengelasan yang diinginkan.

Input pulse yang dimasukkan pada proses kalibrasi ini, yang akan digunakan sebagai parameter yang dimasukkan saat ingin memulai proses pengelasan kapsul iradiasi. Selanjutnya uji simulasi pengelasan kapsul iradiasi dengan menggunakan spidol sebagai pengganti dari ujung elektrode las. Penggunaan spidol berfungsi untuk menghasilkan pola pengelasan yang telah dilakukan pada kapsul iradiasi sehingga hasil pola pengelasan dapat diamati dan dianalisis.

7. Pengujian kepresisian dan keakurasian gerak mekanisme kerja pengelasan.

Dalam uji presisi dan akurasi gerakan mekanisme pengelas mencakup 3 gerakan, yaitu uji gerak putar roda pemegang kapsul sebagai representasi gerak keliling lingkaran kapsul, gerak vertikal gerak horizontal maju-mundur juga sebagai representasi gerak titik ujung elektrode las untuk menuju dan meninggalkan titik pengelasan serta representasi gerak zig-zag elektrode las. Untuk pengujian gerak putar dari roda pemegang kapsul masing-masing diulang sebanyak 9 kali untuk tiap nilai pulsa yang sama. Pengujian sudut putar dilakukan pada 10 tingkat nilai pulsa.

Sudut putar itu jika dipandang secara linier adalah jarak keliling dengan satuan panjang. Untuk pengujian jarak gerak horizontal (maju dan mundur) dan jarak gerak vertikal (naik dan turun) metode pengujian untuk pengambilan data juga sama dengan pengujian sudut putar roda pemegang kapsul. Perbedaan hanya pada satuan sudut putar dalam derajat ($^{\circ}$) sedangkan jarak gerak linier horizontal maupun vertikal adalah (mm).

8. Analisa data

Metode analisis penelitian menggunakan metode analisis statistik kuantitatif dan metode analisis kualitatif. Metode analisis statistik kuantitatif kan untuk mendapatkan nilai akurasi dan presisi dari pergerakan lengan pemegang *torch las* dan gerak putar dari roda pemegang kapsul iradiasi. Analisis nilai Akurasi dilakukan dengan menghitung nilai *RMSE* dengan rumus (1).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(1)$$

Dari hasil perhitungan *RMSE* dihitung nilai akurasi menggunakan rumus (2).

$$\% \text{ Akurasi} = (1 - (RMSE \times 0,1)) \times 100\% \dots\dots(2)$$

Sedangkan untuk mengetahui seberapa kepresisian dari hasil pengukuran berulang dilakukan dengan menetapkan lebih dahulu standar deviasi dengan persamaan (3) yang mana ini merupakan suatu standar untuk mengetahui sebaran data dalam sampel. persamaan standar deviasi.

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3)$$

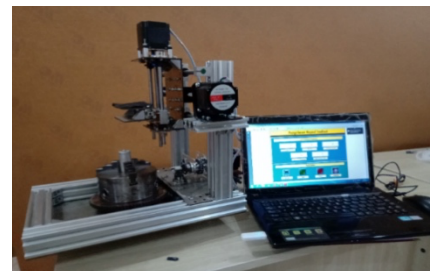
Setelah standar deviasi didapatkan maka kepresisian dapat dihitung dengan rumus (4),

$$\% \text{ Presisi} = [1 - (SD \times 0,1)] \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

3. Hasil dan Penelitian

Dari penelitian rancang bangun hasil yang diperoleh di antaranya adalah,

- Sistem kontrol otomatis pengelasan kapsul iradiasi yang telah di integrasikan dengan sistem mekanisme proses kerja pengelasan dengan bentuk hardware fisiknya ditampilkan sebagaimana pada Gambar 5.
- Sistem kontrol otomatis pengelasan kapsul iradiasi yang telah di integrasikan dengan sistem mekanisme proses kerja pengelasan dengan bentuk hardware fisiknya ditampilkan sebagaimana pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem mekanik pengelas kapsul iradiasi yang telah terintegrasi dengan sistem kontrol



Gambar 6. Panel HMI untuk kalibrasi titik pengelasan



Gambar 7. Panel HMI untuk operasi pengelasan kapsul

- c. Sistem kontrol yang dibangun difasilitasi dengan panel HMI untuk kalibrasi titik pengelasan dan panel untuk operasi otomatis pengelasan kapsul iradiasi dengan tampilan seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.
- d. Berbagai komponen utama maupun penunjang seperti *PLC* yang telah diprogram kontrol maupun HMI sesuai dengan rancangan kontrol kalibrasi titik pengelasan dan kontrol proses pengelasan, driver, relai dll dirangkai sesuai dengan Gambar 4.
- e. Dari uji simulasi (penggambaran jalur lasan dengan spidol) pada pengelasan kapsul iradiasi, hasil gambar pola pengelasan dengan spidol terlihat cukup memadai dimana dari tiga (3) kali pengulangan simulasi pengelasan hasilnya gambar pola gambaran spidol pada daerah pengelasan, nampak konsentris semuanya terhadap titik pusat lingkaran kapsul dan lukisan spidol menutup seluruh daerah jalur pengelasan yang diperlukan, sebagaimana ditunjukkan Gambar 8a, 8b dan 8c.



Gambar 8. Pola hasil lukisan uji simulasi pengelasan kapsul iradiasi

Data hasil pengujian langkah gerak *torch* las secara *vertikal* disajikan pada Tabel 1, dan dengan cara analisis perhitungan dengan Persamaan (1); (2); (3) dan Persamaan (4)[7]. diperoleh baik dari pengujian langkah gerak vertikal naik maupun turun, tingkat akurasi dan kepresisiannya 100% , yang ini didasarkan dari data 10 variasi tingkat jumlah pulsa pada setiap tingkat jumlah yang sama dilakukan pengukuran sebanyak 9 kali pengulangan pengukuran didapatkan jarak tempuh vertikal yang sama pada setiap tingkat jumlah pulsa yang sama.

- f. Sedangkan dari pengujian langkah gerak *torch las horizontal* pada Tabel 2, dengan cara analisis dan perhitungan yang sama didapatkan pula nilai Akurasi dan Presisinya juga sebesar 100%, yang ini juga didasarkan dari data 10 variasi tingkat jumlah pulsa pada setiap tingkat jumlah yang sama dilakukan pengukuran sebanyak 9 kali pengulangan pengukuran didapatkan jarak tempuh *horizontal* yang sama pada setiap tingkat jumlah pulsa yang sama.
- g. Berdasar data dari pengujian langkah gerak putar roda pemegang kapsul iradiasi Tabel 3, dengan cara analisis dan perhitungan yang sama didapatkan tingkat akurasi langkah gerak putar roda pemegang kapsul sebesar 97,93 % dan presisi sebesar 98,70%.

Data hasil pengujian gerak vertikal sumbu pemegang *torch* las disajikan pada Tabel 1, data hasil pengujian sumbu gerak horisontal pemegang *torch* las disajikan pada Tabel 2, dan data pengujian gerak putar roda pemegang kapsul iradiasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel .1 Data pengujian gerak *torc* arah vertikal

Stepp Pulsa	Pengulangan Pengujian									Rata - Rata	RMSE	Akurasi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
1600	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0	100
3200	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0	100
4800	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	0	100
6400	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	0	100
9600	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	0	100
12000	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0	100
16000	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	0	100
20000	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0	100
24000	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	0	100
32000	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	0	100

Tabel 2. Data pengujian gerak *torc* arah horizontal

Stepp Pulsa	Pengulangan Pengujian									Rata - Rata	RMSE	Akurasi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
1600	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0	100
3200	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	0	100
4800	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	0	100
6400	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	0	100
9600	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	0	100
12000	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	0	100
16000	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	0	100
20000	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0	100
32000	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	0	100
40000	100,00	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0	100,00	100,00	0	100

Tabel 3. Data pengujian gerak putar roda pencekam kapsul iradiasi

Stepp Pulsa	Pengulangan Pengujian									Rata - Rata	RMSE	Akurasi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	x ⁰	x ⁰	x ⁰	x ⁰	x ⁰	x ⁰	x ⁰	x ⁰	x ⁰			
356	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00	0,000	100,0
1067	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15,00	0,000	100,0
2133	30	30	30	30	30	30	30	30	29	29,89	0,333	96,7
3200	45	45	44	44	45	45	45	45	45	44,78	0,471	95,3
6400	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90,00	0,000	100,0
8533	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120,00	0,000	100,0
12800	180	180	180	180	180	180	179	180	179	179,78	0,471	95,3
19200	269	270	270	270	270	270	270	270	270	269,89	0,333	96,7
22400	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315,00	0,000	100,0
25600	360	360	360	360	359	360	360	360	359	359,78	0,471	95,3

Sebuah perusahaan atau organisasi
 4. Kesimpulan terkadang menghasilkan data yang berlimpah,

seperti data bisnis penjualan. Masalah yang terjadi adalah tidak ada sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan untuk memanfaatkan data besar tersebut untuk mendukung pencapaian visi organisasi. Hal ini mengingat butuh waktu lama dan keahlian khusus untuk melakukan penyajian data statistik yang mudah dibaca dan dipahami para pengambil keputusan. Untuk itu, perlu langkah-langkah praktis cara menyajikan data yang dinamis, salah satunya dengan menggunakan *tools* seperti tableau.

Dari proses pembuatan *dashboard* ini, menurut penulis ada tahapan pada teori pemodelan data *warehouse* yang perlu dipangkas jika menggunakan Tableau sehingga mendapatkan hasil yang lebih cepat dan akurat. Tahapan itu terjadi pada saat *loading* data hasil transformasi skema star data *warehouse* pada langkah 3.3 dan 3.4 dengan hasil *Loading Query* data operasional pada langkah 3.1. Dalam proses itu, penulis melakukan *query* sebagaimana tujuan yang diinginkan berdasarkan dimensi sehingga mendapatkan dataset yang diperlukan.

5. Saran

Perlu pengembangan kebutuhan data sesuai dengan tujuan para pemangku kepentingan. Semakin bervariasi data yang diperoleh, maka diharapkan semakin bervariasi pula data dan informasi yang disajikan dalam bentuk data visual pada *Dashboard*.

6. Daftar Pustaka

- [1] J. Alamijaya. "Pemkot Luncurkan Sahabat Balikpapan". *Tribun Kaltim*, [Online] , Tersedia: <https://kaltim.tribunnews.com/2014/02/15/pemkot-luncurkan-sahabat-balikpapan> [Diakses: 14 Oktober 2023].
- [2] N. Kurnia. "Balikpapan Masuk Proyek Pusat Informasi Harga Pangan". *BisnisCom*, [Online], Tersedia: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20150507/99/430892/balikpapan-masuk-proyek-pusat-informasi-harga-pangan-> [Diakses: 14 Oktober 2023].
- [3] Ecs, Tyn. "Peluncuran Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) Kota Balikpapan". *Sahabat Balikpapan*, [Online], Tersedia: <https://sahabat.balikpapan.go.id/single.php?id=14> [Diakses: 14 Oktober 2023].
- [4] E. Turban, J. Aronson, L. Ting Peng. "*Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Sistem pendukung keputusan dan sistem cerdas." Andi. Yogyakarta, 2005.
- [5] M. Golfarelli, R. Stefano. "*Data Warehouse Design: Modern Principles and Methodologies*, New York: McGraw-Hill, 2010.
- [6] T. Purwani, A. Wahyuni, A. Putro, D. Charunia. "Dashboard untuk Visualisasi Data Penjualan Barang Pada Toko Puppets Skateboard Semarang Menggunakan Tableau". *Jurnal KOMPUTAKI*. Vol. 7 No. 1 (2021)
- [7] M. Ariandi, S. Puteri, Rahma. "Analisis Visualisasi Data Kecamatan Kertapati Menggunakan Tableau Public", *Jurnal Jupiter*, Vol. 14 No. 2 Bulan Oktober (2022): 366 – 373.
- [8] A. Zikri, J. Adrian, A. Soniawan, R. Azim, R. Dinur, and R. Akbar, "Implementasi *Business Intelligence* untuk Menganalisis Data Persalinan Anak di Klinik Ani Padang dengan Menggunakan Aplikasi Tableau Public," *Jurnal Online Inform.*, vol. 2, no. 1. (2017).
- [9] N. Nana, E. Surahman. "Pengembangan Inovasi Pembelajaran Digital Menggunakan Model Blended Poe2we di Era Revolusi Industri 4.0," *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasi)*. Vol.4 (2019): 82-85.
- [10] S. Armansyah, A. Sulthoni, "Multimedia Interaktif Sebagai Media Visualisasi Dasar-Dasar Animasi," *Jurnal Kajian Teknologi Pendidik.*, Vol. 2, No. 3. (2019): 224–229.
- [11] D. Fernando, "Visualisasi Data Menggunakan Google Data Studio," *Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Informasi (Snartisi)*. November, (2018).

- [12] N. Akhtar, N. Tabassum, A. Perwej, Y. Perwej. “*Data Analytics And Visualization Using Tableau Utilitarian For Covid-19 (Coronavirus).*” *Global Journal Of Engineering And Technology Advances*, 2020, 03(02), 028–050.
- [13] M. Silvana, R. Akbar, R. Tifani. “Penerapan Dashboard System di Perpustakaan Universitas Andalas Menggunakan Tableau Public.” *Prosiding Semnastek Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*. (2017): 1-6.
- [14] Murphy, Anne, Sarah. “*Data Visualization And Rapid Analytics: Applying Tableau Desktop To Support Library Decision-Making,*” *Journal Of Web Librarianship*, 7:4. (2013). 465-476.
- [15] I. Effendi, Q. Widayati, R. Sepriansyah. “Pemanfaatan Software Tableau Dalam Pembuatan Dashboard Bencana Karhutla Di BPBD Sumatera Selatan”. *JPKMBD (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bina Darma)* Vol. 1, No.2 (2021): 132-141.
- [16] S. Batt, T. Grealis, O. Harmon, P. Tomolonis. “*Learning Tableau: A Data Visualization Tool.*” *The Journal Of Economic Education*, 51:3-4, (2020). 317-328.
- [17] K. Gowthami1, M.R. Pavan Kumar. “*Study On Business Intelligence Tools For Enterprise Dashboard Development.*” *International Research Journal Of Engineering And Technology (Irjet)*. Volume: 04 Issue: 04, Apr. (2017): 2988-2992.