

ANALISIS CACAT KONSTRUKSI DENGAN METODE *SIX SIGMA* PADA PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN (Studi Kasus: Proyek Icon bali)

Ni Nyoman Trisna Pradnyani Putri¹⁾, Ir. I Nyoman Suardika, M.T²⁾,
I Wayan Dana Ardika, S.S.,M.Pd³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Raya Uluwatu No. 45 Jimbaran, Bali

²⁾ Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Raya Uluwatu No. 45 Jimbaran, Bali

³⁾ Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Raya Uluwatu No. 45 Jimbaran, Bali

E-mail: trisnapradnyani1810@gmail.com, nsuardika@gmail.com,
iwayanfund@gmail.com

ABSTRACT

Construction projects in Indonesia are rapidly developing but often face issues with construction defects that reduce quality. Structural elements that frequently suffer from damage or defects are beams, columns, and slabs. This study aims to identify the dominant types of defects, obtain defect values, determine the causes of these defects, and provide recommendations for corrective actions to reduce construction defects. The research method used is a quantitative descriptive approach. The research process and data analysis utilize the Six Sigma method as a problem-solving tool, which includes the improvement phases of DMAI (Define, Measure, Analyze, and Improve). The analysis results reveal that the dominant types of defects are hollow structural concrete, poorly finished concrete corners, deflection in structural concrete, and hairline cracks in structural concrete. The average sigma defect level for structural concrete columns is 2.8 sigma, for structural concrete beams is 3.7 sigma, and for concrete slabs is 3.4 sigma. The causes of construction defects are attributed to human factors, methods, quality, materials, machine, and the environment. Recommended corrective actions for defects include using grouting methods in areas experiencing defects or damage.

Keywords : *Construction Defects, Six Sigma, Building structure*

ABSTRAK

Proyek konstruksi di Indonesia berkembang pesat namun sering menghadapi masalah cacat konstruksi yang menurunkan kualitas. Elemen struktur yang sering mengalami kerusakan atau cacat pekerjaan adalah balok, kolom dan plat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan, mendapatkan nilai cacat pekerjaan, faktor penyebab terjadinya cacat dan rekomendasi solusi tindakan perbaikan untuk mengurangi cacat pekerjaan konstruksi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. Proses penelitian dan analisis data dengan menggunakan metode six sigma sebagai pemecahan masalah yang memiliki tahapan-tahapan perbaikan yaitu DMAI (*Define, Measure, Analysis, dan Improve*). Dari hasil analisis didapatkan jenis cacat dominan yang terjadi yaitu beton struktur keropos, sudut beton tidak rapi, terjadi lendutan pada beton struktur, dan beton struktur mengalami retak rambut. Rata-rata level nilai sigma cacat pekerjaan kolom beton struktur 2,8 sigma, cacat pekerjaan balok beton struktur 3,7 sigma, dan cacat pekerjaan plat beton 3,4 sigma. Penyebab terjadinya cacat pekerjaan konstruksi yaitu disebabkan faktor manusia, metode, kualitas, bahan, peralatan dan lingkungan. Rekomendasi tindakan perbaikan pada cacat pekerjaan yaitu menggunakan metode *grouting* pada area yang mengalami cacat atau kerusakan.

Kata Kunci : Cacat Konstruksi, *Six Sigma*, Struktur Bangunan

PENDAHULUAN

Ditengah perkembangan proyek konstruksi yang mengalami kemajuan, di lapangan seringkali menghadapi berbagai masalah selama proses konstruksi salah satunya cacat pekerjaan. Cacat konstruksi yaitu suatu kondisi ketidaksempurnaan hasil atau proses pekerjaan konstruksi yang masih dalam batas toleransi, artinya belum atau tidak membahayakan konstruksi secara keseluruhan.

Penulis menggunakan pendekatan metode six sigma untuk diterapkan dalam penelitian ini. Six sigma merupakan sebuah metodologi pemecahan masalah yang memiliki lima langkah yang digunakan untuk memecahkan masalah. Dalam mengembangkan pendekatan terdapat lima fase yang terdiri dari : *Define, Measure, Analysis, Improve dan Control* atau yang lebih dikenal dengan model DMAIC. Lima fase tersebut yaitu proses pendekatan yang sistematis dan berbasis data yang membantu dalam mencapai perbaikan.

Pada penelitian ini membahas faktor-faktor penyebab cacat pada sutau pekerjaan, juga tertarik untuk membahas mengenai rekomendasi apa yang dapat dilakukan untuk memperbaiki cacat pekerjaan konstruksi struktur Gedung yang terjadi, karena hal tersebut sangatlah penting untuk ditindak lanjuti. Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Icon Bali sebagai tempat penelitian, yang berlokasi di Jl. Danau Tamblingan, No. 27, Sanur, Bali. Dalam pelaksanaan proyek pembangunan Icon Bali, terdapat beberapa cacat yang terjadi pada struktur beton bangunan yaitu kolom beton struktur, balok beton struktur, dan plat lantai. Untuk itulah penulis tertarik mengkaji lebih lanjut proyek pembangunan Icon Bali, sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi untuk dapat dilakukan solusi tindakan perbaikan pada cacat pekerjaan yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Adapun variabel dalam penelitian ini yaitu variabel independent cacat konstruksi yang menjadi sebab timbulnya variabel dependen yaitu level nilai sigma. Penelitian ini berfokus pada identifikasi jenis cacat dominan terjadi pada pekerjaan konstruksi struktur beton, mengetahui level nilai sigma tiap-tiap jenis cacat pekerjaan, mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pekerjaan dan mengetahui rekomendasi solusi tindakan untuk memperbaiki cacat pekerjaan.

Proses penelitian dan analisis data dengan menggunakan metode six sigma sebagai pemecahan masalah yang memiliki beberapa langkah yaitu:

1. Tahap *define* yaitu mengidentifikasi jenis cacat pekerjaan dominan menggunakan Diagram Pareto.

Tahap *measure* yaitu pengukuran tingkat cacat untuk mengetahui level nilai sigma dari masing-masing jenis cacat pekerjaan yang dilakukan dengan menghitung *defect per million opportunity* (DPMO) dan mengkonversi ke dalam *Six Sigma Conversion Table*.

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Unit}} \times 1.000.000 \quad (1)$$

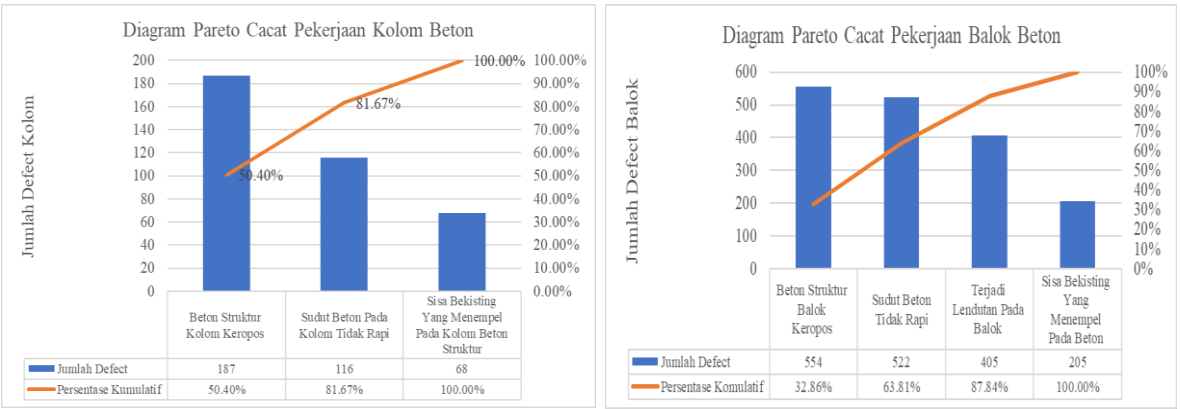
2. Tahap *analysis* yaitu menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pekerjaan menggunakan Diagram Fishbone melalui *brainstorming* dengan *site manager*, *quality control* dan *supervisor*.

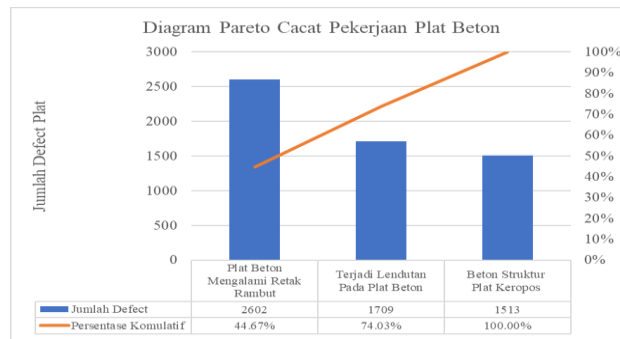
3. Tahap *improve* yaitu merekomendasikan solusi tindakan perbaikan cacat pekerjaan yang terjadi melalui wawancara terbuka dengan *site manager*, *quality control* dan *supervisor*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penelitian dan pengumpulan data, dilakukan pengolahan dan analisis terhadap data tersebut. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan mendefinisikan, mengukur, menganalisis, dan melakukan rekomendasi tindakan terhadap masalah cacat pekerjaan konstruksi.

A. Tahap Define





Gambar 1. Analisis diagram pareto cacat pekerjaan dominan

Hasil analisis Diagram Pareto pada setiap pekerjaan, cacat dominan yang terjadi yaitu pada pekerjaan kolom beton terdapat cacat pekerjaan beton struktur kolom keropos dan sudut beton pada kolom tidak rapi. Pada pekerjaan balok beton terdapat cacat beton struktur balok keropos, sudut beton pada balok tidak rapi dan terjadi lendutan pada balok beton. Pada pekerjaan plat beton terdapat cacat pekerjaan plat beton mengalami keretakan, terjadi lendutan pada plat beton dan beton struktur plat keropos.

B. Tahap *Measure*

Tabel 1. Level nilai sigma cacat pekerjaan kolom beton

No	Jenis Cacat Pekerjaan	Jumlah Cacat	Jumlah Total	Satuan	Nilai DPU	Nilai DPMO	Nilai Sigma
A Cacat Pada Pekerjaan Kolom Beton							
1	Sisa bekisting masih menempel	68	1201	Buah	0.057	56619.48	3.0
2	Beton struktur kolom keropos	187	1201	Buah	0.156	155703.58	2.6
3	Sudut beton kolom tidak rapi	116	1201	Buah	0.097	96586.18	2.9
Jumlah Cacat		371					
Rata-Rata Nilai Level Sigma							2.8

Tabel 2. Level nilai sigma cacat pekerjaan balok beton

No	Jenis Cacat Pekerjaan	Jumlah Cacat	Jumlah Total	Satuan	Nilai DPU	Nilai DPMO	Nilai Sigma
A Cacat Pada Pekerjaan Kolom Beton							
1	Sisa bekisting masih menempel	205	27196	M'	0.01	7540.42	4.0
2	Beton struktur balok keropos	554	27196	M'	0.020	20379.58	3.5
3	Sudut beton balok tidak rapi	522	27196	M'	0.019	19193.78	3.6
4	Terjadi lendutan pada balok	405	27196	M'	0.015	14901.29	3.6
Jumlah Cacat		1687					
Rata-Rata Nilai Level Sigma							3.7

Tabel 3. Level nilai sigma cacat pekerjaan plat beton

No	Jenis Cacat Pekerjaan	Jumlah Cacat	Jumlah Total	Satuan	Nilai DPU	Nilai DPMO	Nilai Sigma
A Cacat Pada Pekerjaan Kolom Beton							
1	Beton struktur pelat keropos	1513	65726	M2	0.023	23014.86	3.4
2	Terjadi lendutan pada plat	1709	65726	M2	0.026	26007.13	3.5
3	Plat mengalami retak rambut	2602	65726	M2	0.040	39585.12	3.2
Jumlah Cacat		5824					
Rata-Rata Nilai Level Sigma							3.4

Berdasarkan tabel analisis diatas menunjukkan level sigma dari setiap jenis cacat pekerjaan.

Level sigma pada jenis cacat pekerjaan kolom beton yaitu :

1. Level sigma cacat pekerjaan masih terdapat sisa bekisting yang menempel pada kolom beton yaitu level 3 sigma, dengan 56,619 cacat per juta kesempatan (DPMO).
2. Level sigma cacat pekerjaan beton struktur kolom keropos yaitu pada level 2 sigma, dengan 155,703 cacat per juta kesempatan (DPMO).
3. Level sigma cacat pekerjaan sudut beton pada kolom tidak rapi yaitu pada level 2, dengan 96,586 cacat per juta kesempatan (DPMO)

Level Sigma pada jenis cacat pekerjaan balok beton yaitu :

- 1 Level sigma cacat pekerjaan masih terdapat sisa bekisting yang menempel pada balok beton yaitu level 4 sigma, dengan 7,540 cacat per juta kesempatan (DPMO).
- 2 Level sigma cacat pekerjaan beton struktur balok keropos yaitu pada level 3 sigma, dengan 20,379 cacat per juta kesempatan (DPMO).
- 3 Level sigma cacat pekerjaan sudut beton pada balok tidak rapi yaitu pada level 3 sigma, dengan 19,193 cacat per juta kesempatan (DPMO).
- 4 Level sigma cacat pekerjaan lendutan pada balok yaitu pada level 3 sigma, dengan 14,901cacat per juta kesempatan (DPMO).

Level sigma pada jenis cacat pekerjaan plat beton yaitu :

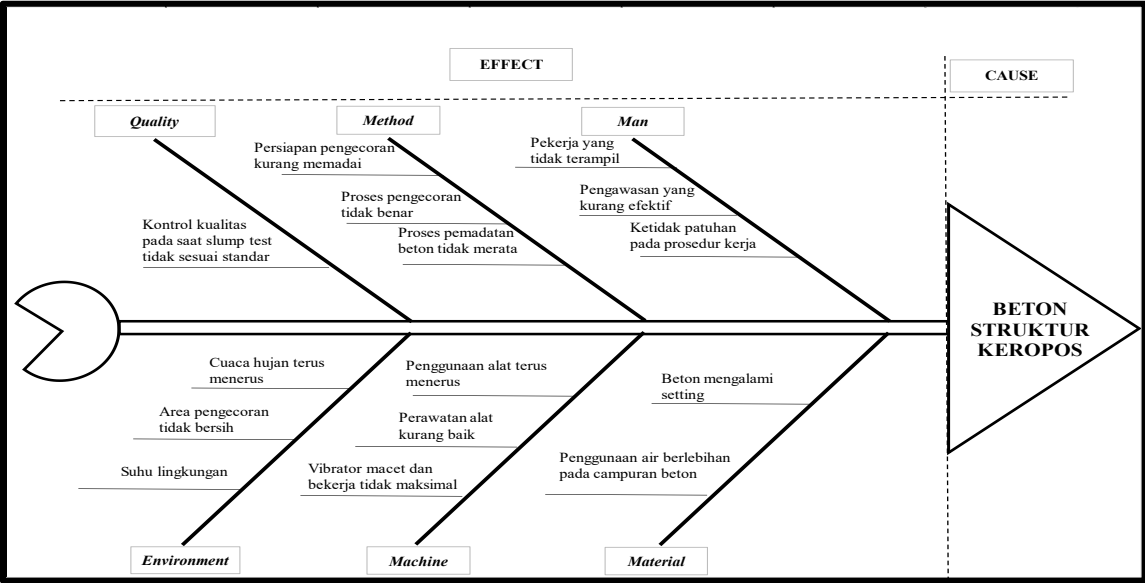
1. Level sigma cacat pekerjaan plat beton keropos yaitu pada level 3 sigma, dengan 23,014 cacat per juta kesempatan (DPMO).

- 2. Level sigma cacat pekerjaan plat beton mengalami lendutan yaitu pada level 3 dengan 26,007 cacat per juta kesempatan (DPMO).
- 3. Level sigma cacat pekerjaan plat beton mengalami keretakan yaitu pada level 3 sigma, dengan 39,585 cacat per juta kesempatan (DPMO).

Berdasarkan nilai level sigma tersebut, rata rata level sigma dri semua jenis cacat pekerjaan yaitu 3. Namun rata-rata cacat pada pekerjaan kolom yaitu berada pada level 2,83 sigma yang artinya tingkat cacat yang masih tinggi pada pekerjaan kolom. Sedangkan rata rata level sigma cacat pekerjaan balok beton 3,7 dan rata rata level sigma cacat pekerjaan plat beton 3,4 yang artinya tingkat cacat pada pekerjaan balok beton dan plat beton rendah.

C. Tahap *Analysis*

Berdasarkan hasil diagram pareto jenis cacat dominan yaitu beton mengalami keropos, sudut beton tidak rapi, terjadinya lendutan pada beton, dan retak rambut pada beton. Cacat dominan tersebut akan dianalisis penyebabnya menggunakan *fishbone* diagram untuk mengidentifikasi dan mengetahui akar penyebab dari cacat pekerjaan yang terjadi pada proyek pembangunan Icon bali.















Gambar 2. *Fishbone diagram*

Faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pekerjaan yaitu faktor manusia (*man*), pekerja yang tidak terampil, pengawasan yang kurang efektif, dan ketidak patuhan pada prosedur kerja. Faktor metode (*method*), persiapan pengecoran kurang memadai, proses pematatan beton

tidak rata, teknis pelaksanaan pemasangan bekisting tidak baik, masa pemeliharaan beton setelah pengecoran tidak sempurna, penggunaan metode *curing* yang tidak tepat, dan terlalu cepat membuka bekisting. Faktor kualitas (*quality*), kontrol kualitas pada saat *slump test* tidak sesuai standar, dan perhitungan atau pengukuran bekisting yang tidak tepat. Faktor bahan (*material*), beton mengalami *setting*, penggunaan air berlebihan pada campuran beton, material bekisting yang kurang baik, penggunaan bekisting kayu berulang-ulang, dan susutnya material beton. Faktor peralatan (*machine*), perawatan dan kebersihan alat kurang baik, bekisting tidak kuat dan tidak licin, pengencang bekisting *fiberglass* tidak maksimal. Faktor lingkungan (*environment*), perubahan suhu yang ekstrim, dan area pengecoran tidak bersih.

D. Tahap *Improve*

Pada tahapan perbaikan ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk perbaikan cacat pekerjaan yang terjadi pada proyek pembangunan Icon Bali. Perbaikan dilakukan terhadap segala sumber yang memiliki potensi terjadinya cacat pada pekerjaan berdasarkan hasil analisis *Fishbone Diagram*. Rekomendasi perbaikan pada cacat pekerjaan yang terjadi yaitu dilakukan pembersihan pada area yang akan dilakukan perbaikan, kemudian dilakukan *chipping* lalu dilakukan metode *grouting* pada area yang sudah di-*chipping*.

Defect Beton	Sebelum Perbaikan	Proses Perbaikan	Setelah perbaikan
Beton Struktur Keropos			
Beton Struktur Melendut			
Sudutan Beton Tidak Rapi			
Retak Rambut Pada Beton			

Gambar 3. Rekomendasi Tindakan perbaikan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam analisis cacat pekerjaan konstruksi Proyek pembangunan Icon Bali dengan menggunakan pendekatan metode six sigma didapatkan beberapa kesimpulan yaitu Jenis cacat pekerjaan yang dominan terjadi yaitu beton struktur kolom keropos, sudut beton pada kolom tidak rapi, beton struktur balok keropos, sudut beton pada balok tidak rapi, terjadi lendutan pada balok beton, plat beton mengalami retak rambut, terjadi lendutan pada plat beton dan plat beton keropos. Nilai level sigma pada cacat pekerjaan yaitu rata-rata level sigma pada cacat pekerjaan kolom beton struktur sebesar 2,8 sigma, rata-rata pada cacat pekerjaan balok beton struktur sebesar 3,7 sigma dan rata-rata level sigma pada cacat pekerjaan plat beton sebesar 3,4 sigma. Faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pekerjaan yaitu dominan disebabkan oleh faktor manusia (*man*), seperti pekerja yang tidak terampil, pengawasan yang kurang efektif, dan ketidakpatuhan pada prosedur kerja. Rekomendasi perbaikan pada cacat pekerjaan yang terjadi yaitu dilakukan pembersihan pada area yang akan dilakukan perbaikan, kemudian dilakukan *chipping* lalu dilakukan metode *grouting* pada area yang sudah di-*chipping*. Diharapkan bagi penelitian lanjutan untuk menentukan besar pengaruh faktor penyebab terjadinya cacat pekerjaan konstruksi terhadap jenis cacat pekerjaan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prihatno, Ervianto, Kaming, “Identifikasi Dan Upaya Penanggulangan Cacat Konstruksi Bangunan Perumahan Menggunakan Metode Six Sigma”, JTS, Vol. 15, No. 1, 1-11, Oktober 2018.
- [2] Fathiya Aliyyah Zahra, (2023) “Pemodelan Bim Dalam Pelaporan Defect Bangunan Hasil Quality Control Struktur Atas”.
- [3] Arief Subakti Ariyanto, “Metode Perbaikan Dan Pencegahan Beton Bunting Pada Pelaksanaan Konstruksi Beton”, Vol. 06, Oktober 2020
- [4] Wawan Krisnanto (2018) Analisis Cacat Pekerjaan Konstruksi Struktur Bangunan Gedung Di Kota Surabaya.
- [5] Lester, A. (2017). Project Management, Planning And Control. Cambridge: Butterworth Heinemann.

- [6] Forcada, N., Macarulla, M., Gangolells, M., & Casals, M. (2014). Assessment Of Construction Defects In Residential Buildings In Spain. *Building Research & Information*, 42 (42), 629-640.
- [7] Andry Gunawan Saputra, Rezky Taran, Prasetio Sudjarwo, Januar Buntoro,” Identifikasi Penyebab Kerusakan Pada Beton Dan Pencegahannya”, Vol. 3, No. 2, 2014
- [8] Nur Nabihah Abd Razak Et Al. / *Jurnal Minimizing Defects In Building Construction Project Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)* 78:5–2 (2016) 79–84
- [9] Cacat Pada Elemen Beton: “Studi Pada Bangunan Tempat Tinggal Berusia 30 Tahun Ke Atas Di Onitsha Metropolis, Negara Bagian Anambra, Nigeria”, *Jurnal Penelitian Konstruksi Dan Perencanaan Bangunan* ,Vol.10, No.3, September 2022
- [10] Prasetio Sudjarwo, Januar Buntoro,” Identifikasi Penyebab Kerusakan Pada Beton Dan Pencegahannya”, Vol. 3, No. 2, 2014.
- [11] Talita Shoffatul Ummah, Budi Priyanto, “Metode Perbaikan Dan Pencegahan Beton Bunting Pada Pelaksanaan Konstruksi Beton”, Vol. 2, No. 5, Mei 2023.
- [12] Aulia Ayu Maharani, Budi Priyanto, “Analisis Faktor-Faktor Penyebab Pengeroposan Beton Kolom Pada Proyek Gedung”, Vol. 2 No. 5, Mei 2023.
- [13] Fauzan, M. (2019). “Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Defect Produk pada Kabel Fiber Optik”.
- [14] Stephanie Michelle, Inda Lanive Aggis, Handoko Sugiharto, “Analisis Pengendalian Mutu Pada Pekerjaan Finishing Dan Mep Di Proyek Apartemen X di Surabaya Dengan Metode Six Sigma Dmaic”, Vol. 12, No. 1, 2023.
- [15] Nurul Ilmia, Vio Apri Juandab, Mega Cattleya PA Islamic, Penggunaan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone dalam Analisis Risiko K3 pada Industri Baja Karbon, Vol. 16, No. 1, 2023.
- [16] Indriyawati Sika, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tiang Pancang Menggunakan Metode Six Sigma”, Vol. 2, No. 2, 2018.
- [17] Ifa Saidatuningtyas¹, Muhammad Alde Rizal², Analisis Pengendalian Kualitas Produk Konstruksi Baja untuk Jembatan Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC di Pabrik Fabrikasi Baja, Vol. 21, No. 2, 2023.