

Analisis Kapabilitas Proses Mesin *Tenon* dan *Mortise* Produk Bangku Kebun

Analysis Of Tenon and Mortise Machine Process Analysis Of Garden Bench Products

Gunawan Mohammad^{1*}, Dwi Retna Sulistyawati², Alfin Kausar³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama
Jalan Taman Siswa, Pekeng, Tahunan, Kec. Tahunan, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah, 59451

*Korespondensi Penulis, E-mail: gunawan@unisnu.ac.id

Diterima 20 November, 2023; Disetujui 10 Januari, 2024; Dipublikasikan 24 Maret, 2024

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada proses produksi purus dan lubang dari mesin *tenon* dan *mortise*. Setiap sekali proses produksi yaitu 20 set mengalami kegagalan sebanyak 20%, karakteristik kegagalannya berupa besar ukuran antara ukuran purus dan lubang yang salah yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan konsumen, perusahaan mempunyai target panjang purus dan dalam lubang 30 mm serta lebar purus dan lebar lubang 60 mm dengan batas toleransi 2 mm. penelitian ini bertujuan untuk pengendalian kapabilitas proses pada mesin *tenon* dan *mortise*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Peta kendali IMR untuk mengetahui nilai kapabilitas proses mesin (C_p) dan nilai indeks kapabilitas proses (C_{pk}). Hasil dari penelitian menunjukkan pada perhitungan kapabilitas proses pada dimensi panjang purus, lebar purus, dalam lubang dan lebar lubang, keempatnya belum memenuhi spesifikasi. Setelah dilakukan analisis kapabilitas proses selanjutnya dicari penyebab cacat menggunakan diagram fishbone, yaitu menciptakan usulan perbaikan menggunakan metode Poka Yoke. Hasil diagram fishbone faktor manusia merupakan faktor dominan penyebab cacat. Untuk meminimalisir cacat akibat faktor manusia maka perlu adanya rancangan alat sensor jarak ultrasonik sebagai fungsi warning bagi operator dengan menggunakan metode Poka Yoke. Hasil dari penerapan alat sensor jarak ultrasonik dapat meningkatkan nilai kapabilitas proses menjadi sesuai dengan spesifikasi.

Kata kunci : kapabilitas proses, poka yoke, *tenon* dan *mortise*, sensor jarak ultrasonik

Abstract

This research focuses on the process of producing pins and holes from tenon and mortise machines. Every time the production process, namely 20 sets, experiences a failure of 20%, the characteristics of the failure are a large size between the size of the purus and the wrong hole which does not match the specifications expected by consumers. The company has a target length of the purus and depth of the hole of 30 mm as well as the width of the purus and the width of the hole. 60 mm with a tolerance limit of 2 mm. This research aims to control the process capabilities of tenon and mortise machines. The method used in this research is the IMR control chart to determine the machine process capability value (C_p) and the process capability index value (C_{pk}). The results of the research show that in the calculation of process capability in the dimensions of shaft length, shaft width, depth of hole and hole, all four do not meet specifications. After analyzing the process capability, the cause of the defect is then searched for using a fishbone diagram, namely creating improvement proposals using the Poka Yoke method. Results of the fishbone diagram: human factors are the dominant factor causing defects. To minimize defects due to human factors, it is necessary to design an ultrasonic distance sensor as a warning function for operators using the Poka Yoke method. The results of applying an ultrasonic distance sensor can increase the process capability value to be in accordance with specifications.

Keywords: process capability, Poka Yoke, *tenon* and *mortise*, ultrasonic distance sensor

1. Pendahuluan

UD JGH merupakan perusahaan manufaktur yang ada di Jepara yang bergerak di bidang *furniture* yang berfokus memproduksi komponen produk mebel yaitu purus dan lubang/*tenon* dan *mortise*. Beberapa komponen produk mebel yang dihasilkan antara lain adalah bangku, kursi, sofa, meja dan beberapa produk *furniture* lainnya. Proses produksi purus dan lubang memiliki variasi yang berbeda-beda, antara lain panjang dan lebar purus yang berbeda-beda serta lebar dan dalam lubang yang berbeda-beda sesuai permintaan konsumen. Adapun permintaan terbanyak adalah purus dan lubang produk bangku kebun yang memiliki dimensi ukuran panjang purus 30 mm lebar 60 mm dan ukuran dalam lubang 30 mm dan lebar 60 mm, dalam setiap set bangku kebun ini memiliki 6 purus dan 6 lubang. Dalam memproduksi purus dan lubang ini yang perlu diperhatikan adalah tingkat presisi dan akurasi ukuran, ukuran *mortise* atau lubang ini harus benar-benar sesuai dengan ukuran *tenon* atau purus sehingga menghasilkan sambungan yang kuat yang memiliki tingkat presisi dan akurasi yang tinggi, salah ukuran beberapa milimeter saja bisa mengakibatkan sambungan yang tidak berguna atau tidak bisa digunakan lagi karena tingkat presisi dan akurasi yang rendah. Dari segi proporsi juga harus diperhatikan, yaitu seberapa besar ukuran lubang *mortise* dan seberapa besar ukuran purus atau *tenon*. Perusahaan telah menentukan batas toleransi ukuran pada purus dan lubang yaitu sebesar ± 2 mm dari target yang telah ditentukan. Sambungan adalah titik kumpul beberapa elemen yang terputus. Hal ini membuat sambungan harus lebih kuat dibandingkan elemen yang disambung karena di sinilah titik rawan terjadinya kegagalan pada struktur (Gaby Sangapta, 2017). Oleh karena itu perancangan sambungan adalah hal perlu dilakukan dengan baik.

Pada saat dilakukan pengamatan rata-rata proses produksi purus dan lubang yang ada di UD JGH dalam sekali produksi yaitu 20 set bangku kebun mengalami kegagalan sebanyak 4-5 set bangku kebun, atau sebesar 20% mengalami kegagalan, yaitu dengan rincian 6 purus dan 6 lubang per bangku kebun. Karakteristik kegagalannya berupa besar ukuran antara ukuran purus dan lubang yang memiliki tingkat presisi dan akurasi yang rendah yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan konsumen, karena kesalahan ukuran saja bisa mengakibatkan purus dan lubang ini tidak dapat digunakan. Aspek proporsi ukuran purus dan lubang ini juga sangat perlu diperhatikan karena sambungan yang memiliki ukuran yang salah dapat membebani struktur kekuatan bangku kebun tersebut. Hal-hal tersebutlah yang menjadikan para konsumen melakukan komplain kepada perusahaan, oleh karena itu perlu dilakukan analisis kapabilitas proses, untuk mengetahui seberapa mampu perusahaan dalam menghasilkan purus dan lubang yang memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan konsumen.

Data yang digunakan untuk analisis adalah data hasil pemeriksaan pada proses *tenon mortise* yang ada di UD JGH. Hasil pemeriksaan produk dianalisis menggunakan peta kendali individu yaitu peta kendali *I-MR (Individual-Moving Range)*. Karena variasi antar percobaan diduga sama sehingga variabel yang digunakan hanya 1. Peta kendali individu digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi sudah terkendali secara statistik atau belum, setelah proses terkendali selanjutnya dilakukan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses sudah terkendali atau tidak. Setelah dilakukan analisis kapabilitas proses selanjutnya yaitu menganalisis faktor penyebab terjadinya kegagalan dalam proses produksi, setelah itu menciptakan usulan perbaikan menggunakan metode *Poka Yoke* sebagai suatu perencanaan dalam mengkaji masalah cacat pada purus dan lubang sehingga dapat dideteksi bahkan dihindari. Hasil analisis kapabilitas proses dapat digunakan untuk perusahaan menentukan target pada proses selanjutnya.

Sebagai referensi, pada penelitian-penelitian sebelumnya, telah dilakukan oleh Muhammad Arif (2022) dengan judul Analisis Kapabilitas Proses Mesin *Filling* untuk Pengendalian Kualitas pada Produk Sirup Obat Batuk di Industri Farmasi. Metode yang digunakan adalah peta kendali, kapabilitas proses, dan fishbone chart. Hasil dari penelitian ini menunjukkan volume produk obat batuk sirup dari hasil *filling* sirup dari produksi obat batuk di industri farmasi didapatkan indeks C_p rata-rata sekitar 0.45 dan C_{pk} rata-rata 0.45, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses belum memiliki kapabilitas yang baik.

Selain itu, D. E. Putri & Rimantho (2022) dengan menggunakan metode Kapabilitas Proses, Checksheet, Hitogram, Diagram pareto, peta kendali P mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa nilai Indeks C_p pada proses produksi kantong semen didapatkan sebesar 0,72 dan nilai C_{pk} diperoleh

sebesar 0,66. Lebih lanjut nilai indeks Cp dan Cpk yang didapatkan tersebut masih kurang dari 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses belum memiliki kapabilitas proses yang baik atau proses belum memenuhi spesifikasi. Penelitian lebih lanjut terkait identifikasi dari faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk agar dapat melakukan tindakan perbaikan dari produk yang cacat.

Dan terakhir, Nuralisa & Mustafiroh (2022) dengan judul Analisis Kapabilitas Proses Produk Farmasi X dengan Pendekatan Six Sigma di PT Y memperoleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa data memenuhi rentang *control* limit tetapi didapatkan Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk < 1.00. Hal ini menunjukkan bahwa proses tidak mampu berjalan secara baik dan proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah variasi kurva. Rekomendasi yang dapat diberikan untuk meningkatkan capaian kualitas adalah melakukan pelatihan secara berkala pada personil, membenahi peralatan, dan melakukan pengawasan yang lebih ketat pada tiap proses.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan upaya untuk menjaga kualitas produk yang diproduksi agar memenuhi spesifikasi produk yang ditentukan atas kebijaksanaan manajemen perusahaan. Pengendalian kualitas statistik merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas hasil produksi dengan menggunakan metode-metode statistik. Salah satu metode statistik yang digunakan adalah peta kendali, yaitu suatu grafik yang menggambarkan titik-titik pengamatan dalam kurun waktu tertentu, pola distribusinya dibatasi oleh batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Batas kendali didasarkan pada karakteristik kualitas yang diharapkan dari setiap skema kendali yang digunakan (Montgomery, 2009).

2.2 Peta Kendali *I-MR*

Peta kendali Individu dan Peta *MR* yang juga dikenal dengan nama *Shewart Individuals control chart* adalah diagram kendali variabel yang digunakan jika jumlah observasi dari masing-masing sub grup hanya satu ($n=1$) (Montgomery, 2009).

Rumus dari peta kendali *Individual & Moving Range* adalah sebagai berikut :

a. *Individu*

$$\text{Garis tengah} = \sum_{i=1}^m \frac{x}{m} \quad (1)$$

$$\text{BKA} = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{D_2} \quad (2)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{D_2} \quad (3)$$

b. *Moving Range*

$$MR = |X_i - X_{i-1}| \quad (4)$$

$$\text{Garis Tengah} = \overline{MR} = \sum_{i=2}^m \frac{MR_i}{m-1} \quad (5)$$

$$\text{BKA} = D_4 \cdot \overline{MR} \quad (6)$$

$$\text{BKB} = D_3 \cdot \overline{MR} \quad (7)$$

2.3 Kapabilitas Proses

Apabila suatu proses sudah stabil atau terkontrol dilihat dari segi variabilitas maupun rata-ratanya maka dapat dikatakan bahwa proses tersebut berjalan dengan baik. Namun, suatu produk tidak hanya cukup dengan kata baik saja, tetapi harus mampu memenuhi keinginan atau spesifikasi dari konsumen. Untuk itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut tentang kapabilitas suatu produk yang dilihat dari proses produksinya yang disebut sebagai analisis kapabilitas proses.

Kapabilitas proses adalah bagian yang sangat penting dari program peningkatan kualitas guna untuk menilai kemampuan proses. Analisis kapabilitas proses harus memenuhi asumsi bahwa proses dikontrol secara statistik, jika proses tidak dikontrol secara statistik maka kapabilitas proses tidak dapat dievaluasi. Kapabilitas proses digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendalian proses statistik. Suatu proses dikatakan mampu jika akurasi dan presisi prosesnya tinggi. Presisi adalah kedekatan antara pengamatan satu dengan pengamatan lainnya yang ukurannya dapat ditunjukkan oleh variabilitas (σ), sedangkan akurasi adalah kedekatan antara pengamatan dengan batas spesifikasi (Pyzdek, T., & Keller, 2014).

Nilai standar sigma untuk Cpk adalah sebagai berikut (Breyfogle III, 2003):

1. $Cpk < 1$, maka proses menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi
2. $Cpk \geq 1$, maka proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi

2.4 Poka Yoke

Ada banyak faktor dalam produksi atau kegiatan kerja yang menyebabkan cacat akibat kesalahan kerja, antara lain faktor manusia, material, mesin, metode, informasi dan lain-lain. Salah satu cara untuk memperbaiki masalah ini adalah *Poka Yoke*. Metode *poka-yoke* merupakan salah satu pendekatan pengendalian kualitas produk. *Batch Yoking* adalah metode untuk mengatasi *error* atau mendeteksi dan mengoreksi kesalahan yang terjadi. Tujuan *Poka Yoke* adalah untuk mencegah dan mengurangi terjadinya produk cacat dengan cara mencegah penyebab cacat dan mencarinya guna memperbaikinya (Hia, 2020)

Poka Yoke adalah strategi dan kebijakan untuk mencegah cacat pada sumbernya melalui inspeksi terus menerus untuk mencapai produk tanpa cacat atau *zero defect*. Pada dasarnya metode *Poka Yoke* juga merupakan salah satu metode yang tepat untuk menghindari cacat pekerjaan yang disebabkan oleh *human error* atau kesalahan manusia dalam bekerja. *Poka Yoke* memiliki tiga fungsi dasar dalam memenuhi tugas pencegahan kesalahannya, yaitu fungsi *control*, *warning* dan *shutdown* (D. R. Putri & Handayani, 2019).

2.5 Software Minitab

Software Minitab merupakan salah satu aplikasi statistik yang banyak digunakan untuk memudahkan dalam pengolahan data statistik. Kelebihan *software Minitab* adalah dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk keperluan sosial dan teknis (Saputro & Kustanto, 2020).

Untuk mempermudah dalam pengolahan data, penelitian ini menggunakan bantuan software minitab. *Minitab* mengkombinasikan kemudahan penggunaan layaknya Microsoft Excel dengan kemampuannya melakukan analisis statistik secara kompleks.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini objek yang diteliti adalah panjang purus 30 mm lebar 60 mm dan lubang ukuran dalam 30 mm lebar 60 mm pada produk bangku kebun, batas spesifikasi atas yang telah ditentukan yaitu 2 mm dan batas spesifikasi bawah yaitu 2 mm. Penelitian ini dilakukan di UD JGH Jepara. Alur yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a) Mengumpulkan data hasil pemeriksaan produk purus dan lubang dari mesin *tenon* dan *mortis* di UD JGH Jepara.
- b) Melakukan analisis pengendalian kualitas statistika produk purus dan lubang dari hasil mesin *tenon* dan *mortise*.
 - 1) Melakukan pengujian data acak
 - 2) Melakukan pemeriksaan dan pengujian asumsi data normal
 - 3) Melakukan analisis pengendalian kualitas statistika pada produksi purus dan lubang dengan membuat peta kendali *I-MR* jika terdapat pengamatan yang di luar batas kendali maka dicari penyebabnya dan membuat peta kendali.
- c) Melakukan analisis kapabilitas proses.
- d) Membuat *fishbone* diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya kesalahan.
- e) Memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi produk cacat berdasarkan metode *Poka Yoke*

- f) Mengumpulkan data hasil pemeriksaan produk purus dan lubang dari mesin *tenon* dan *mortis* di UD JGH.
- g) Melakukan analisis pengendalian kualitas statistika produk purus dan lubang dari hasil mesin *tenon* dan *mortise*.
 - 1) Melakukan pengujian data acak
 - 2) Melakukan pemeriksaan dan pengujian asumsi data normal
 - 3) Melakukan analisis pengendalian kualitas statistika pada produksi purus dan lubang dengan membuat peta kendali *I-MR* jika terdapat pengamatan yang di luar batas kendali maka dicari penyebabnya dan membuat peta kendali.
- h) Melakukan analisis kapabilitas proses.
- i) Melakukan perbandingan antara data sebelum dan sesudah penerapan usulan perbaikan pada proses produksi menggunakan metode *Poka Yoke*
- j) Menarik kesimpulan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan pada bulan September sampai bulan Oktober 2022, data yang diambil adalah data hasil produksi purus dari mesin *tenon* yaitu data ukuran dimensi panjang purus dan lebar purus, serta data ukuran dimensi hasil produksi lubang dari mesin *mortise* yaitu data dalam lubang dan lebar lubang. Banyaknya data yang diambil adalah 1 dari 20 set barang, karena rata-rata barang yang datang adalah 20 set barang dari setiap konsumen. Adapun batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan yaitu batas spesifikasi atas sebesar 2 mm dan batas spesifikasi bawah 2 mm.

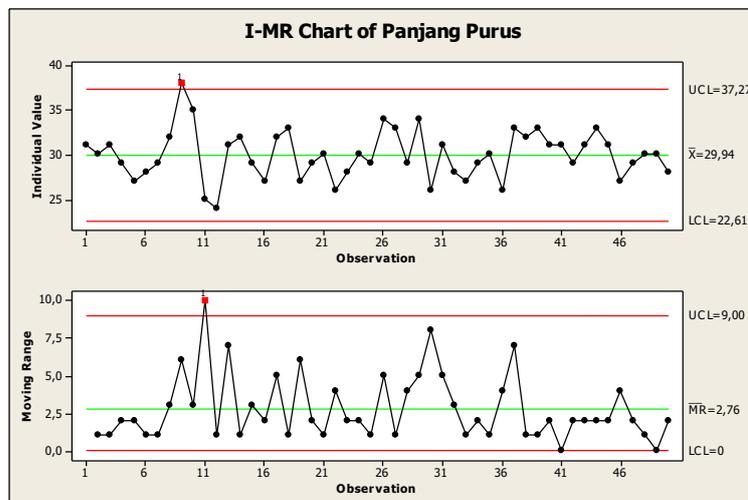
Tabel 1 Karakteristik Data

Variabel	Mean (mm)	Min (mm)	Max (mm)	USL	LSL	Target (mm)
Panjang purus	29,94	24	38	28	32	30
Lebar purus	59,92	56	63	58	62	60
Dalam lubang	29,52	20	38	28	32	30
Lebar lubang	58,78	54	66	58	62	60

4.2 Pengendalian kualitas statistik

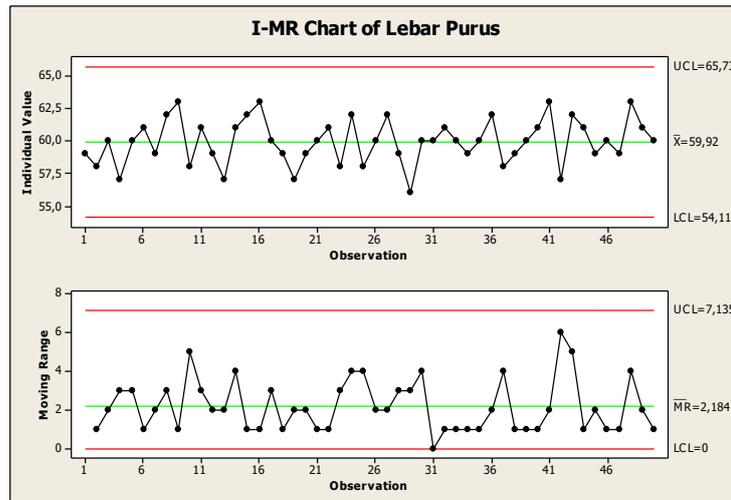
Sebelum melakukan analisis kapabilitas proses harus dilakukan pengendalian kualitas statistik menggunakan peta kendali *Individual Moving Range (I-MR)*.

a. Panjang Purus



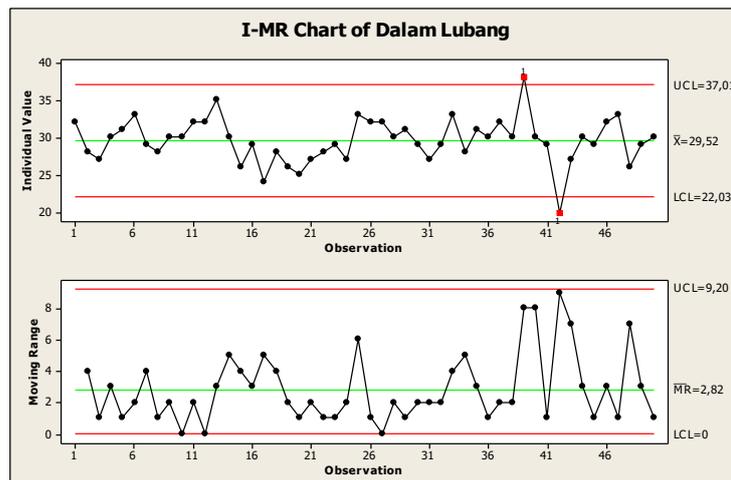
Gambar 1 Peta kendali I-MR panjang Purus

b. Lebar Purus



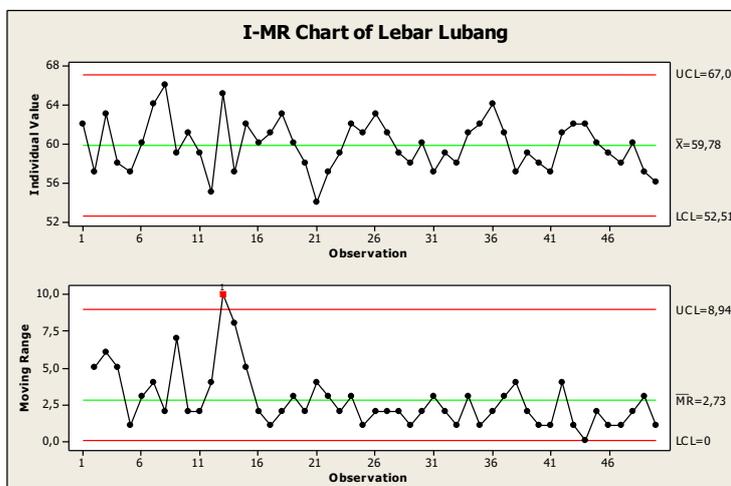
Gambar 2 Peta kendali I-MR Lebar Purus

c. Dalam Lubang



Gambar 3 Peta kendali I-MR Dalam Lubang

d. Lebar Lubang

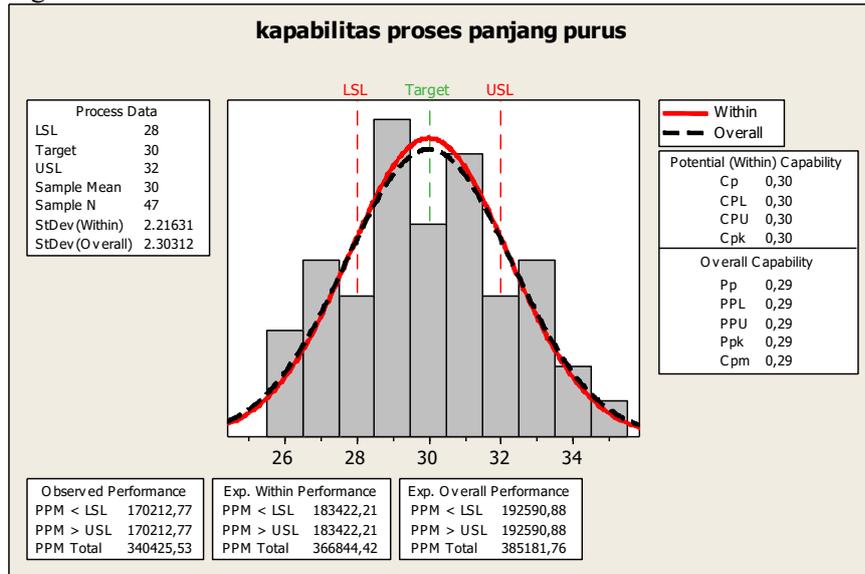


Gambar 4 Peta kendali I-MR Lebar Lubang

4.3 Analisis Kapabilitas Proses

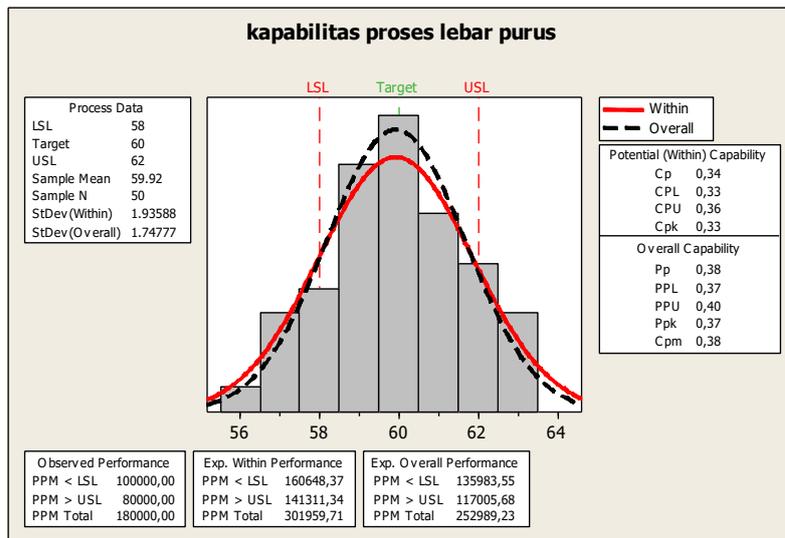
Dengan menggunakan *Software Minitab* versi 15, Analisis kapabilitas ini dilakukan untuk melihat apakah mesin tenon mampu menghasilkan panjang purus dan lebar purus yang kapabel. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses buruk jika nilai Cp kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses sesuai apabila nilai Cp sama dengan 1, dan jika Cp lebih dari 1 maka kemampuan proses dikatakan sangat baik. Data yang digunakan untuk kapabilitas proses adalah data hasil pemeriksaan pada mesin *tenon* dan *mortise* yaitu pada ukuran panjang purus, lebar purus, dalam lubang dan lebar lubang yang telah terkendali secara statistika dengan peta kendali. Hasil analisis kapabilitas proses panjang purus variabel (Cp dan Cpk) sebagai berikut:

a. Panjang lubang



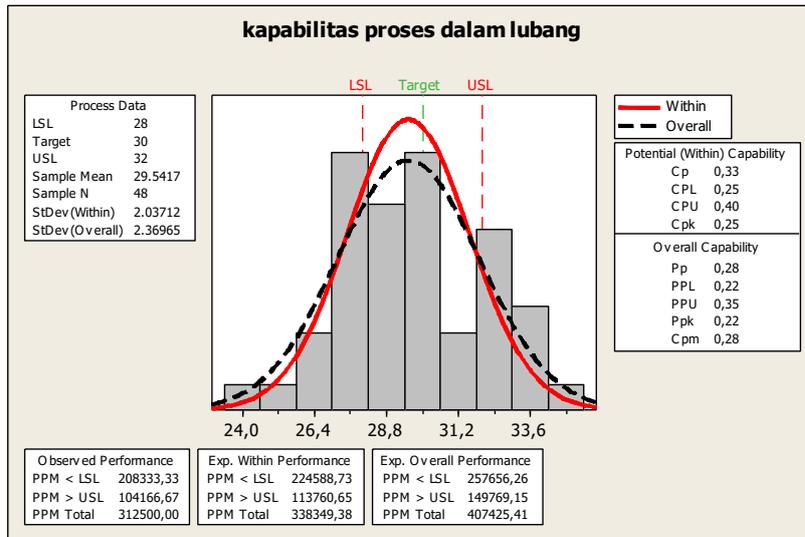
Gambar 5 Kapabilitas Proses Panjang Purus

b. Lebar lubang



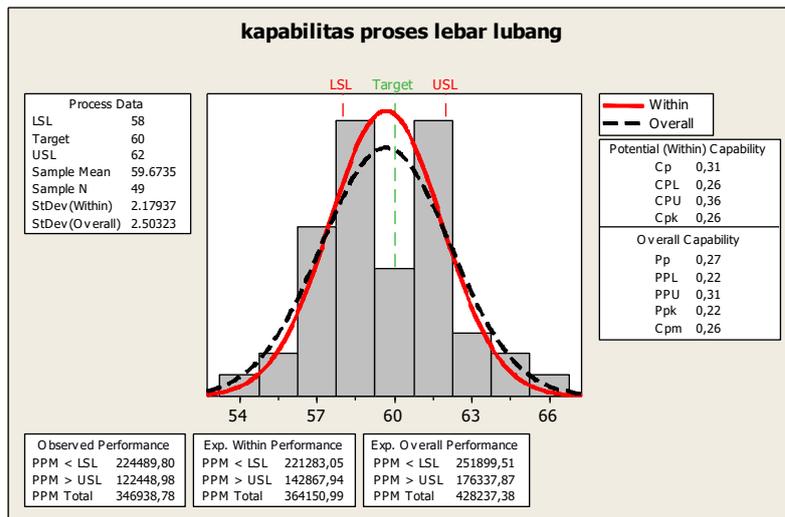
Gambar 6 Kapabilitas Proses Lebar Purus

c. Dalam lubang



Gambar 7 Kapabilitas Proses Dalam Lubang

d. Lebar lubang



Gambar 8 Kapabilitas Proses Lebar Lubang

e. Hasil Analisis Kapabilitas Proses

Tabel 2 Nilai Cp dan Cpk

No.	Mesin	Dimensi	Cp	Cpk	Status Proses
1	Tenon	Panjang Purus	0,3	0,3	Proses tidak mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen
2	Tenon	Lebar Purus	0,34	0,33	Proses tidak mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen
3	Mortise	Dalam Lubang	0,33	0,25	Proses tidak mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen
4	Mortise	Lebar Lubang	0,31	0,26	Proses tidak mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen

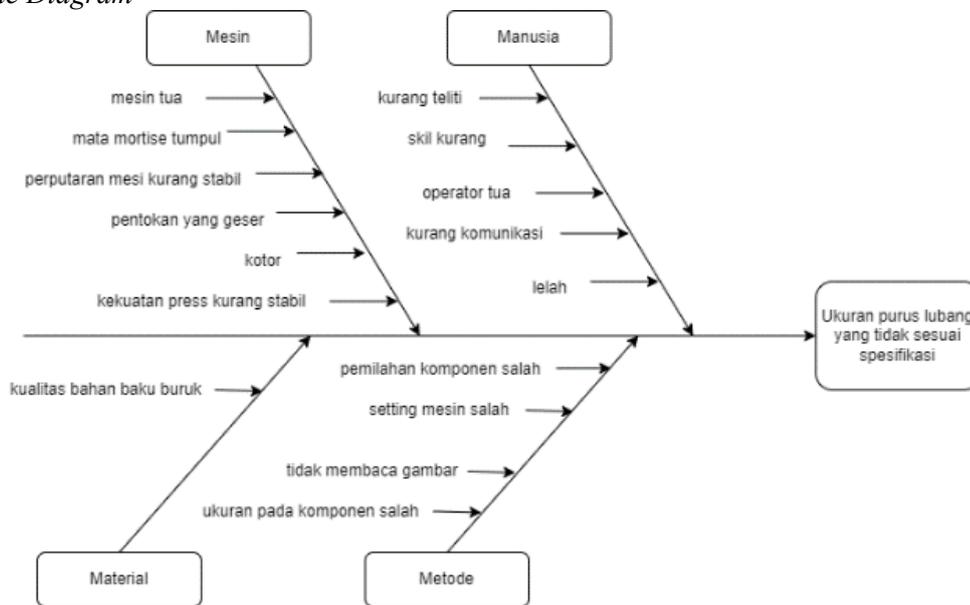
Pada tabel 2 hasil perhitungan kapabilitas proses mesin *tenon* dan *mortise* pada dimensi panjang purus, lebar purus, dalam lubang, dan lebar lubang diperoleh hasil kapabilitas proses (Cp) dan indeks kapabilitas proses (Cpk) yang beragam, namun semuanya sama-sama memperoleh nilai

$C_p < 1,33$ dan $C_{pk} < 1$, yang berarti antara mesin *tenon* dan mesin *mortise* sama-sama belum memenuhi spesifikasi ukuran yang diharapkan oleh konsumen. Jadi kesimpulannya bahwa UD. JGH belum mampu memproduksi purus dan lubang yang sesuai spesifikasi yang diharapkan konsumen.

4.4 Poka Yoke

Langkah berikutnya adalah metode *Poka Yoke* adalah *Select Best Idea* berupa pemilihan solusi dari beberapa solusi perbaikan yang terkumpul, pemilihan solusi terbaik adalah dengan menerapkan beberapa fungsi dari metode *Poka Yoke*, yaitu dimulai dari fungsi *warning* dan *control* dikarenakan fungsi tersebut berkesinambungan dan merupakan satu rangkaian di dalam proses produksi, serta usulan perbaikan pada faktor manusia dari yang diambil dari diagram tulang ikan (*fishbone*) karena faktor manusia tersebut merupakan faktor dominan penyebab cacat. Adapun solusi terbaik tersebut adalah solusi perbaikan yang berdasarkan fungsi metode *Poka Yoke* dan faktor manusia dari diagram *fishbone*.

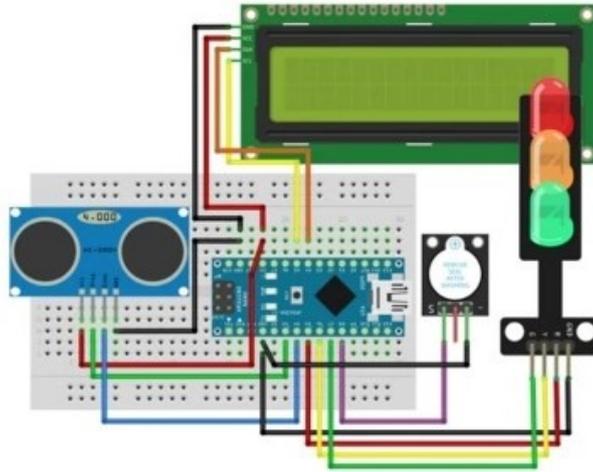
a. *Fishbone Diagram*



Gambar 9 *Fishbone Diagram*

b. Usulan Perbaikan

Salah satu langkah dari metode *Poka Yoke* adalah *Select Best Idea* yaitu berupa pemilihan solusi dari beberapa solusi perbaikan yang terkumpul, pemilihan solusi terbaik adalah dengan menerapkan beberapa fungsi dari metode *Poka Yoke*, yaitu dimulai dari fungsi *warning* dan *control* dikarenakan fungsi tersebut berkesinambungan dan merupakan satu rangkaian di dalam proses produksi, serta usulan perbaikan pada faktor manusia dari yang diambil dari diagram tulang ikan (*fishbone*) karena faktor manusia tersebut merupakan faktor dominan penyebab cacat. Adapun solusi terbaik tersebut adalah solusi perbaikan yang berdasarkan fungsi metode *Poka Yoke* dan faktor manusia dari diagram *fishbone*.



Gambar 10 Desain Sensor Jarak Ultrasonik

Pada gambar 10 diatas ditunjukkan rangkaian rancangan alat sensor jarak ultrasonik, komponen yang digunakan dalam membuat sensor jarak ultrasonik yaitu *Arduino nano 5 volt, ultrasonic distance, proyeckboard, layar LCD, modul buzzer, modul LED, kabel.*

Tabel 3 Skenario Sistem Sensor Jarak Ultrasonik

No.	Skenario Penerapan Sensor	Indikator Lampu	Indikator Buzzer	Indikator Layar
1	Apabila komponen berada tepat pada pentokan	Hijau	Tidak berbunyi	Aman
2	Apabila komponen melewati pentokan dengan jarak 2 mm	Kuning	Pelan	hati-hati
3	Apabila pentokan melewati pentokan lebih dari 2 mm	Merah	Cepat	Bahaya
4	Apabila komponen belum menyentuh komponen	Lampu menyala	tidak berbunyi	Tidak menyala

4.5 Pengumpulan Data Hasil Perbaikan

Setelah menerapkan usulan perbaikan dari metode Poka Yoke, maka dilakukan pengolahan data baru setelah usulan perbaikan diterapkan pada proses kerja di UD. JGH, Hal ini bertujuan agar dapat mengetahui apakah usulan perbaikan yang di terapkan mampu memperbaiki tingkat kapabilitas proses mesin tenon dan mortise dalam memproduksi purus dan lubang.

Data yang dikumpulkan yaitu data hasil proses *tenon* dan *mortise*, antara lain datanya adalah ukuran panjang purus, lebar purus, dalam lubang dan lebar lubang. Banyaknya data yang dikumpulkan yaitu 50 data pada setiap dimensi ukuran. Pengumpulan dilakukan pada bulan April 2023.

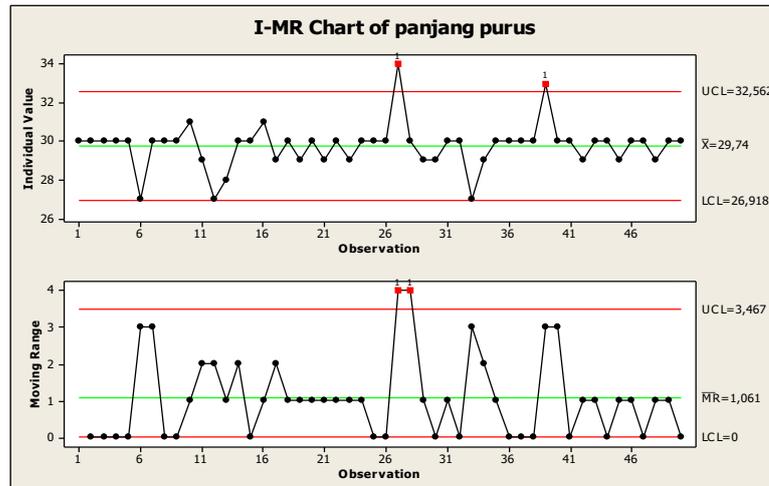
Tabel 4 Karakteristik Data

Variabel	Mean (mm)	Min (mm)	Max (mm)	USL	LSL	Target (mm)
Panjang purus	29,74	24	38	28	32	30
Lebar purus	59,74	56	63	58	62	60
Dalam lubang	29,66	20	38	28	32	30
Lebar lubang	59,74	54	66	58	62	60

4.6 Pengendalian kualitas statistik Hasil Perbaikan

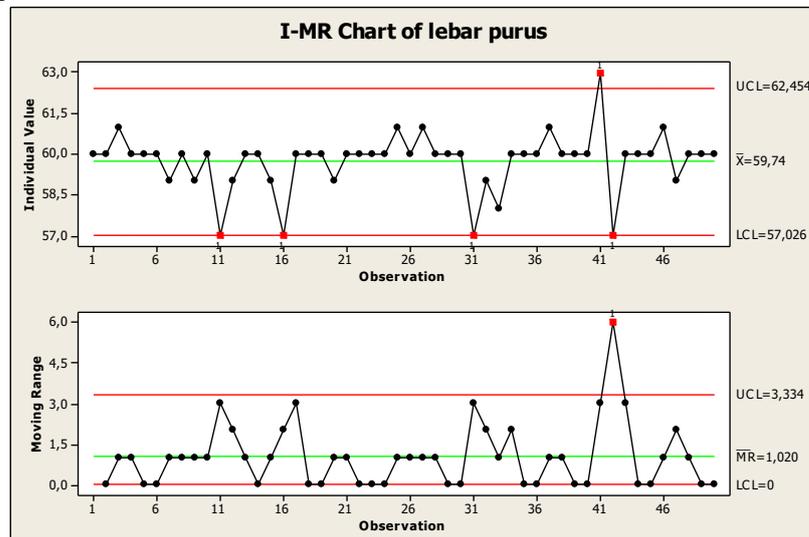
Sebelum melakukan analisis kapabilitas proses harus dilakukan pengendalian kualitas statistik menggunakan peta kendali *Individual Moving Range (I-MR)*.

a. Panjang Purus



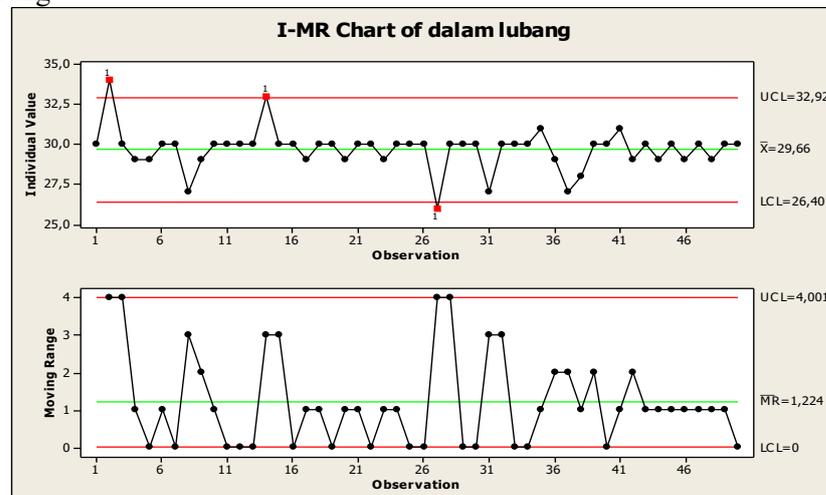
Gambar 11 Peta kendali I-MR panjang Purus

b. Lebar Purus



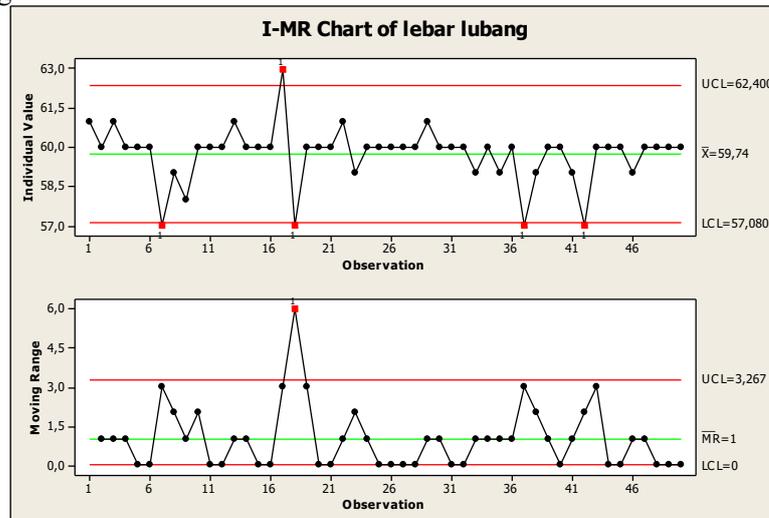
Gambar 12 Peta kendali I-MR Lebar Purus

c. Dalam Lubang



Gambar 13 Peta kendali I-MR Dalam Lubang

d. Lebar Lubang

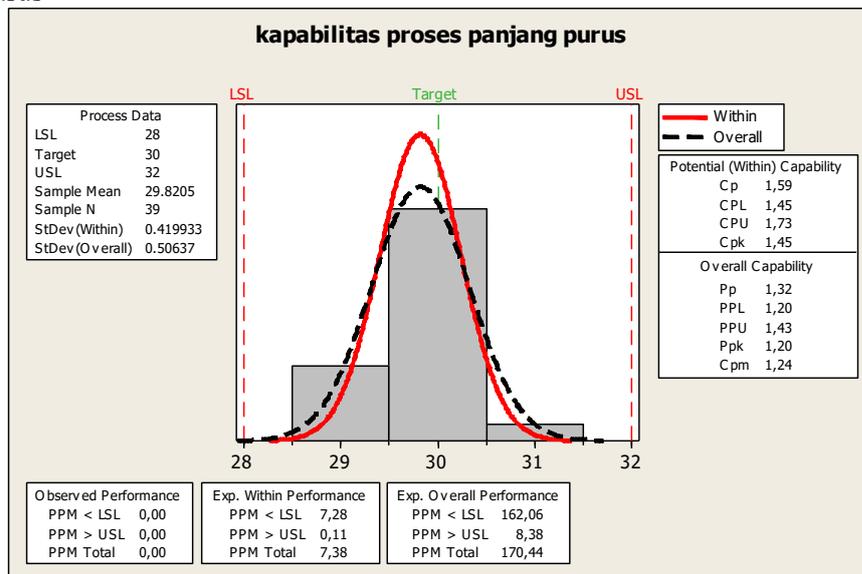


Gambar 14 Peta kendali I-MR Lebar Lubang

4.7 Analisis kapabilitas proses Hasil Perbaikan

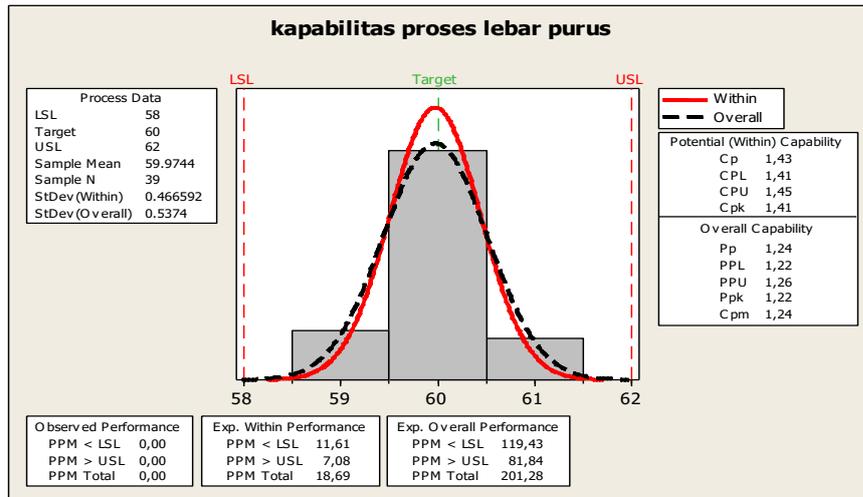
Dengan menggunakan *Software Minitab* versi 15, Analisis kapabilitas ini dilakukan untuk melihat apakah mesin tenon mampu menghasilkan panjang purus dan lebar purus yang kapabel. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses buruk jika nilai C_p kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses sesuai apabila nilai C_p sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka kemampuan proses dikatakan sangat baik. Data yang digunakan untuk kapabilitas proses adalah data hasil pemeriksaan pada mesin *tenon* dan *mortise* yaitu pada ukuran panjang purus, lebar purus, dalam lubang dan lebar lubang yang telah terkendali secara statistika dengan peta kendali. Hasil analisis kapabilitas proses panjang purus variabel (C_p dan C_{pk}) sebagai berikut:

a. Panjang Purus



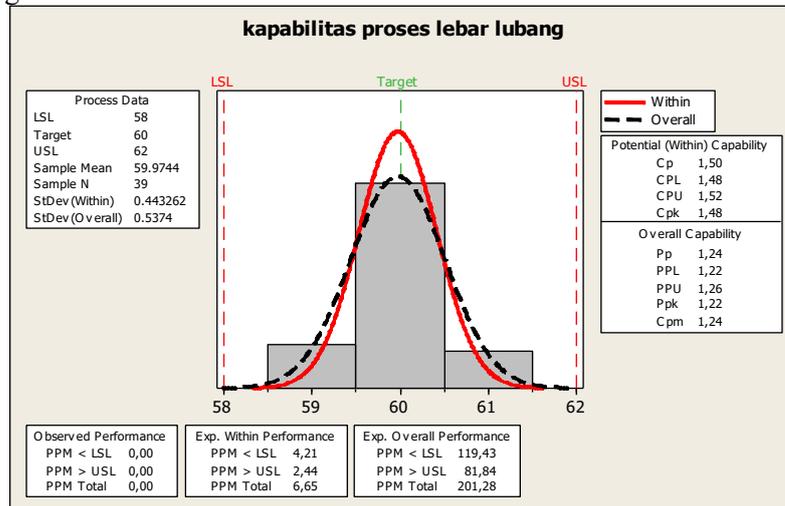
Gambar 15 Kapabilitas Prose Panjang Purus

b. Lebar Purus



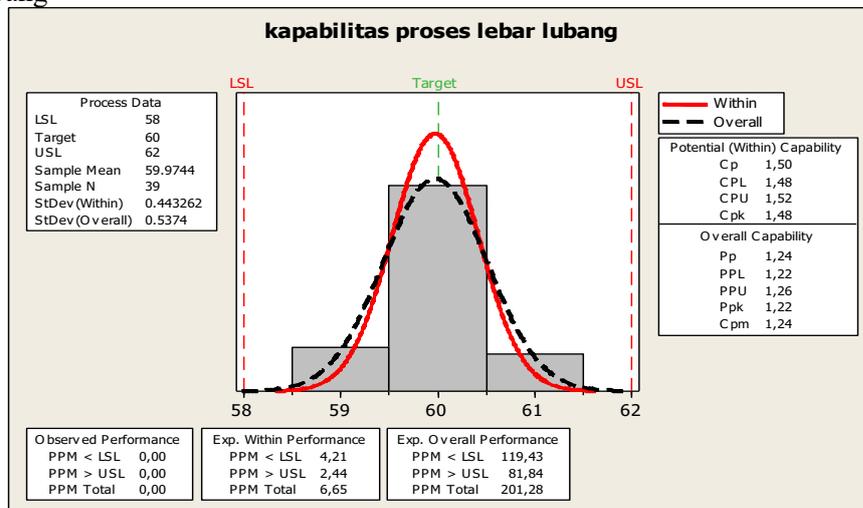
Gambar 16 Kapabilitas Proses Lebar Purus

c. Dalam lubang



Gambar 17 Kapabilitas Proses Dalam Lubang

d. Lebar lubang



Gambar 18 Kapabilitas Proses Lebar Lubang

e. Hasil Analisis Kapabilitas Proses

Setelah melakukan sederet pengolahan data pengendalian kualitas statistik dan analisis data kapabilitas proses mesin *tenon* dan *mortise* produksi purus dan lubang bangku kebun didapatkan hasil seperti pada tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5 Nilai Cp Dan Cpk

No.	Mesin	Dimensi	Cp	Cpk	Status Proses
1	<i>Tenon</i>	Panjang Purus	1,59	1,45	Proses mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen
2	<i>Tenon</i>	Lebar Purus	1,43	1,41	Proses mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen
3	<i>Mortise</i>	Dalam Lubang	1,47	1,34	Proses mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen
4	<i>Mortise</i>	Lebar Lubang	1,5	1,48	Proses mampu memenuhi ukuran yang diharapkan konsumen

Setelah dilakukan usulan perbaikan maka dilakukan perbandingan nilai Cp dan Cpk sebelum dan sesudah usulan perbaikan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah usulan perbaikan yang diterapkan telah berhasil atau gagal dalam meningkatkan kapabilitas mesin *tenon* dan *mortise*. Hasil perbandingannya dapat dilihat pada tabel 6 :

Tabel 6 Perbandingan Nilai Cp Dan Cpk

No	Dimensi	Sebelum		Sesudah	
		Cp	Cpk	Cp	Cpk
1	Panjang purus	0,3	0,3	1,59	1,45
2	Lebar purus	0,34	0,33	1,43	1,41
3	Dalam lubang	0,33	0,25	1,47	1,34
4	Lebar lubang	0,31	0,26	1,5	1,48

Dari tabel diatas diketahui bahwa nilai Cp dan Cpk setelah dilakukan usulan perbaikan > nilai Cp dan Cpk sebelum dilakukan usulan perbaikan, jadi nilai Cp dan Cpk terjadi peningkatan setelah dilakukan usulan perbaikan. Kesimpulannya yaitu bahwa setelah dilakukan usulan perbaikan, mesin *tenon* dan *mortise* yang ada di UD JGH sudah *capable* atau bisa dikatakan sudah mampu memproduksi purus dan lubang sesuai dengan spesifikasi ukuran yang diharapkan konsumen.

5. Simpulan

Hasil perhitungan pengendalian kualitas peta kendali *I-MR* menunjukkan bahwa data lebar lubang tidak ada yang keluar dari batas kendali, sedangkan pada pengendalian kualitas ukuran panjang purus, dalam lubang dan lebar masih ada data yang keluar dari batas kendali. Pada hasil perhitungan kapabilitas proses mesin *tenon* dan *mortise* pada dimensi panjang purus, lebar purus, dalam lubang, dan lebar lubang diperoleh hasil kapabilitas proses (Cp) dan indeks kapabilitas proses (Cpk) yaitu nilai Cp dan Cpk panjang purus yaitu 0,3 dan 0,3, pada lebar lubang nilai Cp dan Cpk yaitu 0,34 dan 0,33, nilai Cp dan Cpk dalam lubang yaitu 0,33 dan 0,25, sedangkan pada nilai Cp dan Cpk lebar lubang diperoleh nilai 0,31 dan 0,36, namun semuanya sama-sama memperoleh nilai Cp < 1,33 dan Cpk < 1. Berarti kapabilitas proses mesin *tenon* dan *mortise* dalam memproduksi purus dan lubang masih belum sesuai spesifikasi yang diharapkan konsumen. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan faktor penyebab masalah dengan menggunakan metode *Poka Yoke* berdasarkan faktor dominan terjadinya cacat produk yaitu pada faktor manusia, usulan perbaikan yang diterapkan adalah penambahan alat

sensor jarak ultrasonik. Setelah dilakukan implementasi metode *Poka Yoke*, selanjutnya dilakukan perhitungan kapabilitas proses baru setelah penerapan metode *Poka Yoke*, ditemukan hasil kapabilitas proses (C_p) dan indeks kapabilitas proses (C_{pk}) yaitu nilai C_p dan C_{pk} panjang purus yaitu 1,59 dan 1,45, pada lebar purus nilai C_p dan C_{pk} yaitu 1,43 dan 1,41, nilai C_p dan C_{pk} dalam lubang yaitu 1,47 dan 1,34, sedangkan pada nilai C_p dan C_{pk} lebar lubang diperoleh nilai 1,5 dan 1,48 setelah dilakukan pengumpulan data dan perhitungan baru, selanjutnya yaitu membandingkan nilai C_p dan C_{pk} sebelum dan sesudah perbaikan proses kerja menggunakan metode *Poka Yoke*. Hasil perbandingan yang diperoleh yaitu nilai C_p dan C_{pk} setelah perbaikan $>$ nilai C_p dan C_{pk} sebelum perbaikan.

Referensi

- Breyfogle III, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma : Smarter Solutions Using Statistical Methods*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Hia, J. A. P. (2020). *Usulan Perbaikan dan Pengendalian Kualitas Sebagai Upaya Pengurangan Produk Cacat Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Poka Yoke*. Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 258 (7), 733–739.
- Mukhamad Arif. (2022). *Analisis Kapabilitas Proses Mesin Filling untuk Pengendalian Kualitas Pada Produk Sirup Obat Batuk Di Industri Farmasi*. Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri, 12(2), 95–100.
- Nuralisa, R. A., & Musfiroh, I. (2022). Analisis Kapabilitas Proses Produk Farmasi X dengan Pendekatan Six Sigma di PT. Y. *Majalah Farmasetika*, 7 (5), 494–506.
- Putri, D. E., & Rimantho, D. (2022). *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Kapabilitas Proses Produksi Kantong Semen*. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 8 (1), 35–42.
- Putri, D. R., & Handayani, W. (2019). *Zero Defect Pada Produksi Kantong Kraft Melalui Metode Poka Yoke di PT Industri Kemasan Semen Gresik*. Jurnal MEBIS (Manajemen Dan Bisnis), 4(1), 44–58.
- Pyzdek, T. & Keller, P.A. (2014). *The Six Sigma Handbook, Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Sangapta, Gaby. (2017). *Studi eksperimental kekuatan tekan sambungan mortise-and-tenon berpenampang lingkaran kayu meranti*. (Skripsi Sarjana, Universitas Kristen Parahyangan).
- Saputro, D. T., & Kustanto, K. (2020). *Evaluasi Hasil Produksi Dengan Metode Pengendali Mutu C-Chart Dan U-Chart Di Pabrik Generator Sets PT ABC*. Jurnal Informa : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat, 6 (2), 65– 74.