

## Analisis Pengendalian Kualitas Hasil Uji Tarik Material Plat ST 37 Dengan Menggunakan Metode SPC

Eka Putra Dairi Boangmanalu<sup>1</sup>, Angga Bahri Pratama<sup>2</sup>, Jandri Fan HT Saragi<sup>3\*</sup>, Sahat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>)Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur /Jurusan Teknik Mesin /Politeknik Negeri Medan

<sup>2</sup>)Program Studi Teknik Konversi Energi/ Jurusan Teknik Mesin /Politeknik Negeri Medan

<sup>3,4</sup>)Program Studi Teknik Mesin/ Jurusan Teknik Mesin /Politeknik Negeri Medan

\*Email: [jandrisaragi@polmed.ac.id](mailto:jandrisaragi@polmed.ac.id)

### ABSTRACT

*This research aims to determine the quality of tensile testing from Politeknik Negeri Medan Mechanical Engineering students using specimens from st 37 plate material. The process carried out is testing the material on a tensile testing machine and analyzing the data using the Statistical Process Control (SPC) method, both with formulas and also Minitab software. Based on the tensile test results, variable inspection results were found, namely  $\bar{x} = 347.1489$  MPa,  $UCL = 363.858$  MPa and  $LCL = 330.4939$  MPa, from the X-Chart control diagram the 8th test results exceeded the lower control limit or UCL. The results of the tensile test using the R-Chart control diagram found a value of  $UCL = 61.2202$  and  $LCL = 0$ , from the control diagram it was not found out of control or still within the control limits. The use of cause and effect diagrams found factors that influenced the tensile test results, namely students who are still beginners, not careful and also don't have the skills, then the factor of machines that are not maintained which affects performance so that it is not precise, then equipment is lacking, then methods for making specimens that do not follow standard operating procedures.*

**Keywords:** Tensile Test, Plate Material, SPC

### 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi tidak bisa dihindari dan selanjutnya kita harus berkontribusi untuk setiap perkembangan dan kemajuan di era revolusi industri 4.0 [1]. Industri material dan manufaktur saat ini sedang mengalami pertumbuhan pesat dan inovasi yang tiada henti. Hal ini didorong oleh perkembangan teknologi dan material baru yang semakin mutakhir. Melonjaknya inovasi ini melahirkan berbagai macam produk yang bermanfaat bagi pengguna, baik yang pengguna pasif maupun pengguna aktif. Akibatnya, tuntutan terhadap kualitas produk pun semakin meningkat, sehingga para produsen harus meningkatkan standar kualitas mereka.

Perkembangan proses manufaktur yang bergerak dalam bidang jasa maupun produksi tentunya mengalami peningkatan kebutuhan akan material, bukan hanya kuantitas tapi juga dari sisi kualitas sehingga tidak menimbulkan kesalahan ataupun cacat dalam produksi. Kualitas material tersebut harus memenuhi persyaratan seperti ketangguhan, kekuatan keuletan, kekerasan, dan ketahanan, misalnya tahan terhadap korosi sehingga dari segi keamanan dan ekonomi produk dapat terjamin [2] Sehingga pengguna tidak dirugikan oleh karena kualitas produk yang tidak baik.

Pengendalian produksi dan pengendalian kualitas merupakan elemen penting dalam mencapai produk yang berkualitas tinggi. Dengan menerapkan sistem pengendalian yang efektif, perusahaan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan, mengurangi biaya, membangun reputasi yang baik, dan meningkatkan profitabilitas [3]. Oleh karenanya menentukan kualitas produk merupakan aspek vital dalam industri manufaktur. Hal ini dapat dicapai melalui kontrol yang cermat dan tepat dalam mengelola serta menganalisis data yang diperoleh. Untuk menentukan kualitas produk maka perlu digunakan metode statistik kualitas kontrol.

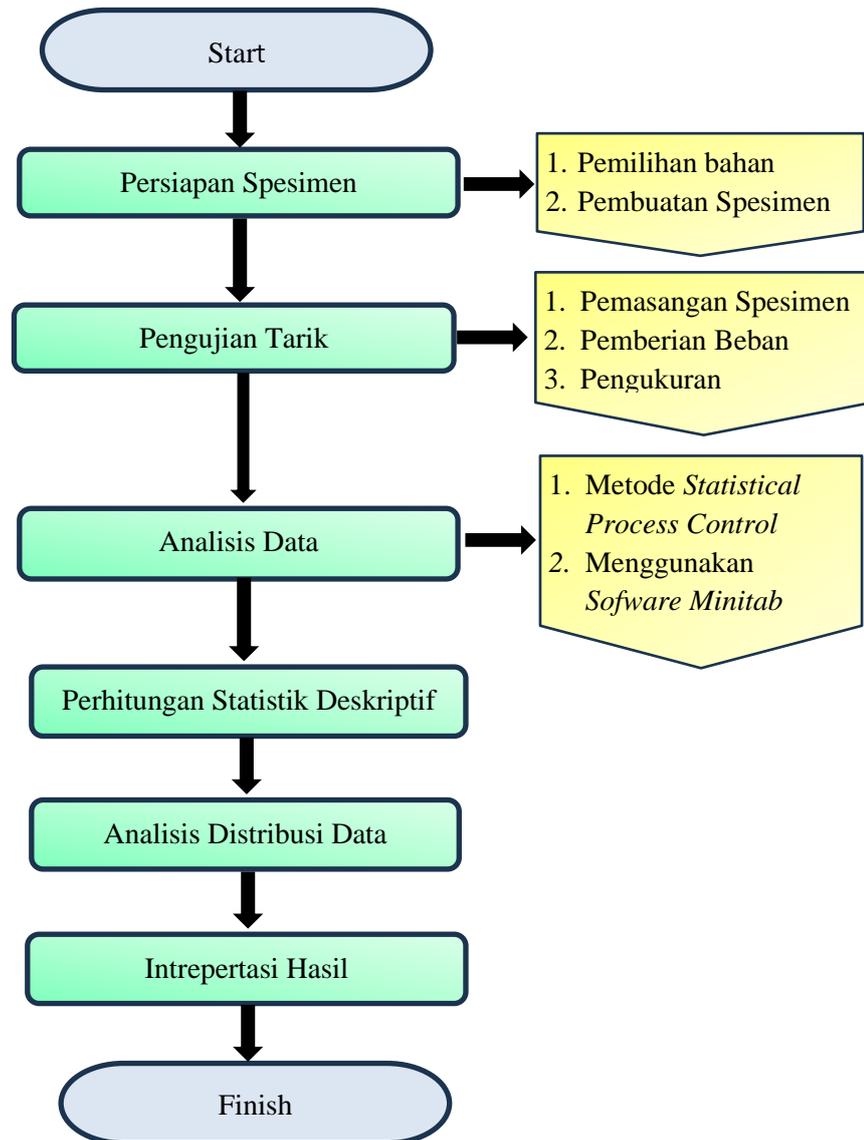
Di dunia Industri, *Statistical Process Control* (SPC) adalah metode yang baik untuk membantu mendeteksi cacat dan memastikan kualitas produk. Objek pada penelitian ini adalah melihat hasil pengujian tarik, oleh karenanya peneliti akan menguji kualitas dari hasil pengujian tarik di Laboratorium Teknik Mesin oleh mahasiswa Progam Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan Angkatan 2022 pada Semester B, sehingga penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi kualitas hasil pengujian tarik di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.
2. Menerapkan metode SPC untuk menganalisis data hasil pengujian tarik.

3. Mengidentifikasi potensi masalah yang terkait dengan kualitas pengujian tarik.
4. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas pengujian tarik di masa depan baik bagi mahasiswa maupun industri.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pengumpulan data kuantitatif. Proses yang dilakukan adalah dengan mempersiapkan alat dan bahan untuk alat pengujian tarik, atau dapat kita lihat pada alur penelitian pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Alur Penelitian

### 2.1. Waktu dan Lokasi

Pada penelitian ini khususnya pengujian tarik dilaksanakan di Labolatorium Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan dengan waktu pengujian dimulai pada tanggal 19 february 2024 sampai 13 mei 2024 dan dilanjutkan dengan analisis data dengan metode *Statistical Process Control* (SPC).

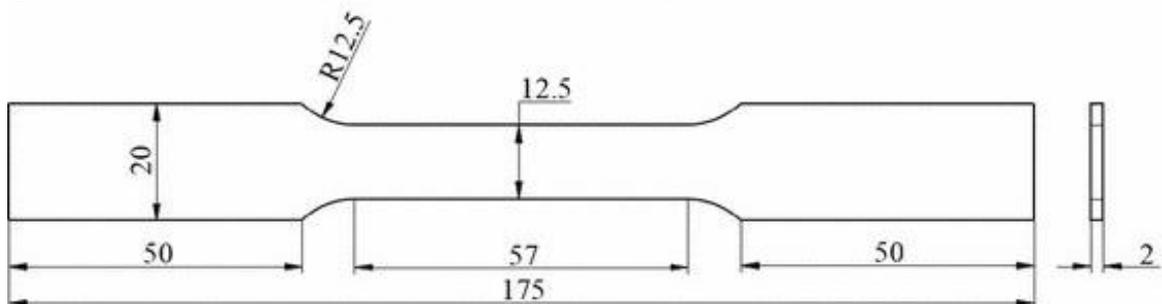
### 2.2. Sampel Pengambilan Data dari Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan metode untuk melihat sifat-sifat mekanis material dengan cara memberikan gaya tarik hingga material putus. Pengujian tarik merupakan jenis pengujian merusak, setelah merusak spesimen maka akan diteliti modulus elastis, kekuatan tarik, dan tegangan tarik [4]. Pengujian ini telah berlangsung sejak lama dan merupakan metode pengujian yang klasik dan masih sangat relevan digunakan hingga saat ini. Mesin yang digunakan pada pengujian tarik adalah pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.** Mesin Uji Tarik

Didalam sebuah pengujian tarik, perlu dipersiapkan spesimen yang standart, adapun spesimen yang diuji adalah seperti gambar dibawah ini, Gambar dibawah merupakan standarisasi pengujian, penelitian ini menggunakan standart ASTM-E8 [5].



**Gambar 3.**Spesimen ASTM-E8

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah hasil pengujian tarik yang merupakan hasil praktikum dari mahasiswa. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini diperoleh dari persamaan Issac dan Michael [3].

$$S = \frac{\lambda^2 \times N \times P \times Q}{d \times (N - 1) + \lambda^2 \times P \times Q} \quad (1)$$

dimana :

- S : Jumlah sampel
- $\lambda^2$  : Taraf kesalahan dengan 5 % ( $z = 1.645$ )
- N : Jumlah populasi
- P : Proporsi (0,5)
- Q : Presisi (0,5)
- d : Perbedaan rata-rata (0,05)

**2.3. Analisis Data Statistical Process Control (SPC)**

Metode *Statistical Process Control* merupakan metode statistik yang lumrah digunakan dalam penelitian maupun pengembangan suatu produk [6], metode ini digunakan pada penelitian ini dengan mengikuti sesuai dengan prosedur. Dalam penelitian ini, SPC digunakan dengan mengikuti formulasi yang tepat untuk memantau dan mengendalikan variabilitas, sehingga kualitas produk penelitian dapat dipastikan. Pada penelitian ini yaitu tahap analisis data akan menggunakan dua cara (*2 tools*) yang ada pada *Statistical Process Control*. Adapun 2 cara tersebut adalah sebagai berikut.

- **Diagram Kendali X- Chart dan R-Chart.**

Diagram kendali berfungsi untuk memantau proses produksi dan mengidentifikasi apakah terjadi penyimpangan yang berada di luar batas kendali. Dalam menentukan batas kendali, tahap ini perlu diidentifikasi berdasarkan persamaan dibawah [7]. Pada penelitian memiliki metode inspeksi atribut, fungsi inspeksi atribut untuk mengidentifikasi dan menentukan standar kualitas hasil pengujian tarik melalui kekuatan tarik mesin uji tarik atau kita sebut diagram *X-chart* dan *R-Chart*. Untuk menentukan formula batas kendali *Upper Control Limit* (UCL) untuk *X- Chart* dapat kita lihat melalui persamaan berikut.

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \times \bar{R} \tag{2}$$

dimana :

UCL : *Upper Control Limit*

$\bar{\bar{x}}$  : Rata-rata dari rata -rata kerusakan/cacat

$A_2$  : Tabel Hukum SPC (0,577)

$\bar{R}$  : Rata-rata dari range

Kemudian untuk menentukan batas kendali *Lower Control Limit* (LCL) untuk *X- Chart* dapat kita peroleh sebagai berikut.

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \times \bar{R} \tag{3}$$

dimana :

UCL : *Upper Control Limit*

$\bar{\bar{x}}$  : Rata-rata dari rata -rata kerusakan/cacat

$A_2$  : Tabel Hukum SPC (0,577)

$\bar{R}$  : Rata-rata dari range

Sedangkan untuk menentukan batas kendali *Upper Control Limit* (UCL) untuk *R- Chart* yaitu

$$UCL = D_4 + \bar{R} \tag{4}$$

dimana :

$D_4$  : Tabel hukum SPC (2,114)

$\bar{R}$  : Rata-rata dari range

selanjutnya untuk menentukan batas kendali *Lower Control Limit* (LCL) untuk *R- Chart* adalah.

$$LCL = D_3 \times \bar{R} \tag{5}$$

dimana :

$D_3$  : Tabel hukum SPC (0)

$\bar{R}$  : Rata-rata dari range

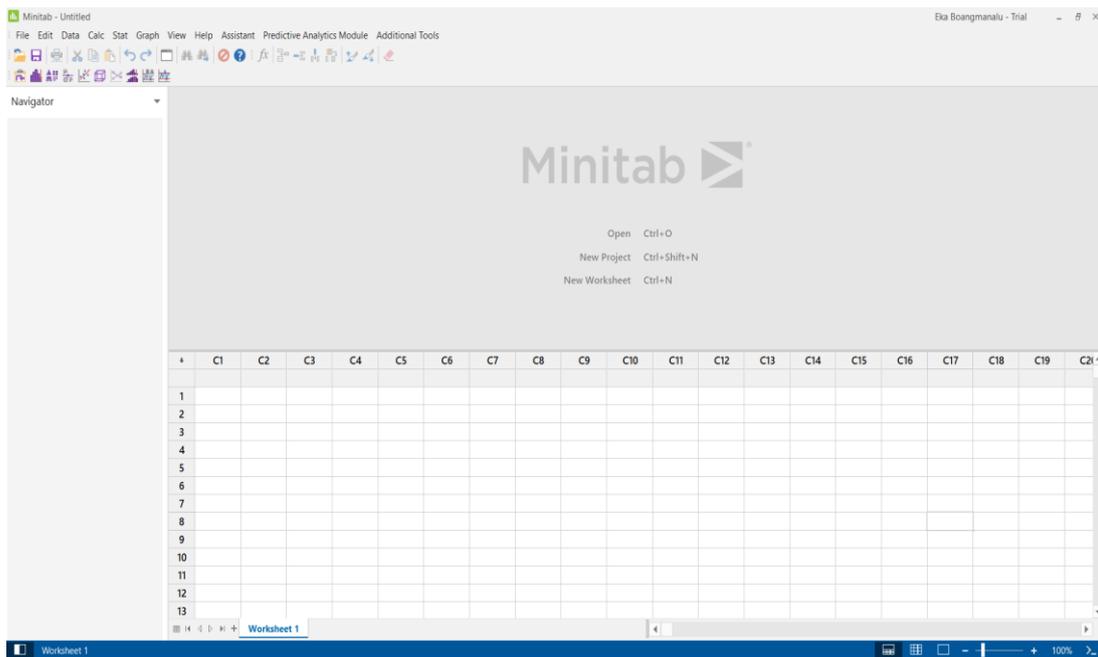
dengan ketentuan : Jika  $LCL < 0$  maka LCL dianggap = 0

- **Diagram Cause and Effect (Diagram Sebab Akibat )**

Diagram sebab akibat, sering disebut juga sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*), adalah media yang penting untuk mengidentifikasi akar permasalahan [8]. Dengan menggambarkan secara jelas faktor-faktor yang saling terkait yang mengarah pada cacat/masalah, diagram ini mempermudah kita untuk memahami masalah dan mengembangkan solusi yang efektif dan efisien.[9]

#### 2.4. Minitab Software

Untuk memastikan produk yang berkualitas maka data yang dikaji juga harus valid dan memiliki akurasi yang tinggi [10], pada penelitian ini akan menggunakan pengolahan data dengan aplikasi Minitab.



**Gambar 4.**Tampilan awal *software Minitab*

Aplikasi Minitab dirancang untuk pengguna statistik dan sudah banyak digunakan oleh berbagai kalangan baik akademisi maupun praktisi dalam menganalisis data, aplikasi ini cukup membantu peneliti dalam memaparkan semua data penelitian, keefektifannya dengan menggunakan *Statistical Process Control* dan penggunaan aplikasi Minitab.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Sampel Pengambilan Data dari Pengujian Tarik

Penelitian ini menggunakan populasi sebesar 250 unit yang berasal dari seluruh hasil pengujian tarik mahasiswa. Mengikuti rumus Issac dan Michael, 130 unit sampel diambil dari populasi tersebut.

$$S = \frac{1,65^2 \times 250 \times 0,5 \times 0,5}{0,05 \times (250 - 1) + 1,65^2 \times 0,5 \times 0,5}$$
$$S = \frac{169,1265}{12,45 + 0,67650625}$$

$$S = \frac{169,1265625}{0,6225 + 0,67650625}$$

$$S = 130,398$$

Sehingga sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah total 130 unit.



**Gambar 5.** Saat Pengujian Tarik dan Specimen Penelitian

**3.4. Diagram Kendali X-Chart dan R-Chart**

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram kendali, diagram kendali yang pertama digunakan digunakan adalah inspeksi atribut untuk *X-Chart*, alat bantu visual ini digunakan untuk memonitor hasil pengujian tarik dan memastikan proses pengujian berjalan stabil dan sesuai standar kualitas yang telah ditetapkan. Data dari seluruh pengujian tarik dengan sampel sebanyak 130-unit dan juga setiap dalam 1 (satu) kali pengujian memiliki 5 (lima) spesimen. Adapun data tersebut ialah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data hasil pengujian tarik

Kuat Tarik materil plat st 37 dengan satuan MPa								
No	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 4	Spesimen 5	$\bar{X}$	Rentang	St. Deviasi
1	340.21	345.23	330.88	329.44	324.78	334.11	20.45	8.37
2	339.11	342.55	355.23	361.75	369.81	353.69	30.70	12.88
3	341.19	354.12	340.18	344.15	343.65	344.66	13.94	5.54
4	300.26	350.36	360.78	357.65	327.91	339.39	60.52	25.37
5	353.20	339.21	350.46	344.88	343.51	346.25	13.99	5.59
6	351.11	329.89	345.17	336.12	333.15	339.09	21.22	8.81
7	341.45	340.22	352.35	355.57	361.02	350.12	20.80	9.04
8	350.09	300.77	340.12	320.36	315.37	325.34	49.32	19.74
9	350.36	342.11	341.71	336.08	331.75	340.40	18.61	7.02
10	336.21	352.18	345.45	353.85	358.47	349.23	22.26	8.65
11	346.11	337.69	360.09	361.94	368.93	354.95	31.24	12.72
12	325.78	342.87	350.05	363.84	375.97	351.70	50.19	19.29
13	338.23	360.45	350.12	361.49	367.44	355.55	29.21	11.51
14	347.23	319.21	350.33	342.02	343.57	340.47	31.12	12.32
15	327.21	356.29	351.12	368.78	380.74	356.83	53.53	20.15
16	348.02	330.36	352.36	347.92	350.09	345.75	22.00	8.79
17	317.09	360.32	332.31	351.79	359.40	344.18	43.23	18.87
18	348.23	341.33	365.21	368.57	377.06	360.08	35.73	14.82
19	345.36	355.33	350.15	355.07	357.47	352.68	12.11	4.89
20	337.36	338.15	351.63	356.65	363.79	349.52	26.43	11.57

21	321.78	350.23	340.48	356.20	365.55	346.85	43.77	16.71
22	340.12	342.18	342.98	344.62	346.05	343.19	5.93	2.28
23	339.36	340.78	348.01	351.37	355.69	347.04	16.33	6.94
24	345.49	340.16	347.09	345.85	346.65	345.05	6.93	2.80
25	328.22	363.11	351.46	370.84	382.46	359.22	54.24	20.68
26	340.37	348.39	349.36	355.03	359.53	350.54	19.16	7.25
Total						347.15	28.96	

Dari data diatas kita dapat menentukan nilai UCL X- Chart dengan formulasi berikut.

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \times \bar{R}$$

$$UCL = 347,1489 + 0,577 \times 28,95942$$

$$UCL = 347,1489 + 16,70959$$

$$UCL = 363,858 \text{ MPa}$$

Nilai UCL yang diperoleh sebesar 363,858

Selanjutnya menentukan nilai LCL sebagai berikut.

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \times \bar{R}$$

$$LCL = 347,1489 - 0,577 \times 28,95942$$

$$LCL = 347,1489 - 16,70959$$

$$LCL = 330,4393 \text{ MPa}$$

Selanjutnya kita menentukan nilai UCL dan LCL dari R-Chart, yaitu sebagai berikut:

$$UCL = D_4 + \bar{R}$$

$$UCL = 2,114 + 2,895942$$

$$UCL = 61,2202$$

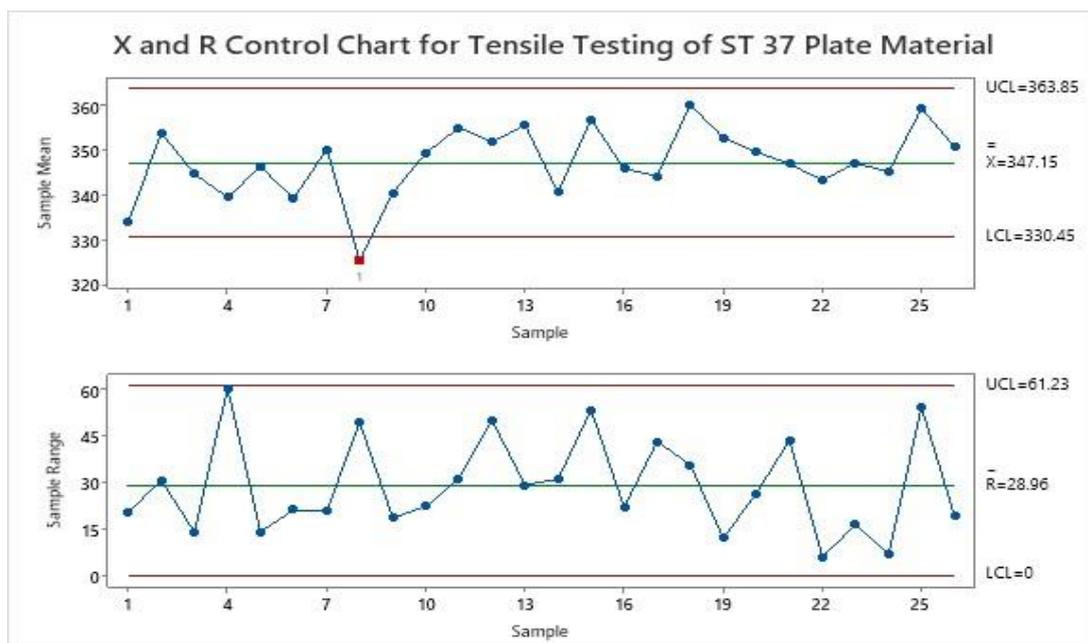
Kemudian nilai LCL dapat diperoleh yaitu :

$$UCL = D_3 \times \bar{R}$$

$$UCL = 0 \times 2,895942$$

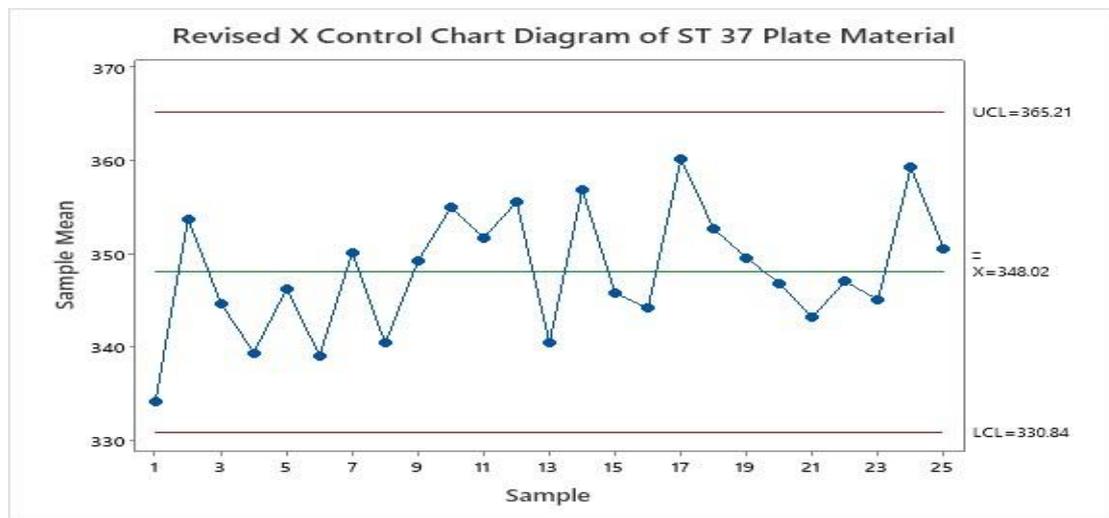
$$UCL = 0$$

Sehingga digram dari perhitungan diatas, diperoleh diagram kendali X dan R tampak seperti gambar dibawah ini.



Gambar 6. Diagram Kendali X dan R

Nilai UCL pada diagram *X-chart* diperoleh 363,85 MPa dengan nilai rata-rata 347,15 MPa dan nilai UCL sebesar 330,45 MPa. Sehingga berdasarkan diagram kontrol *X-chart* di atas, kita dapat mengamati bahwa terdapat satu titik data yang melampaui Batas Kendali Bawah (LCL) yaitu pada pengujian ke-8. Pada diagram kontrol *X-chart*, Hal ini menunjukkan bahwa proses tidak terkendali pada titik tersebut, data di bawah LCL menghasilkan rata-rata hasil pengujian tarik yang lebih rendah dari yang diharapkan. Ini bisa menjadi indikasi masalah kualitas pada proses, sehingga perlu adanya evaluasi dan perbaikan. Sedangkan untuk diagram kendali untuk *R-chart* masih dalam tahap kendali, akan tetapi khusus untuk diagram *X-chart* memerlukan inspeksi ulang perbaikan dari batas kendali pengujian tarik untuk *X-chart*, adapun diagram *X-chart* yang sudah mengalami perbaikan dapat disajikan pada gambar dibawah ini.

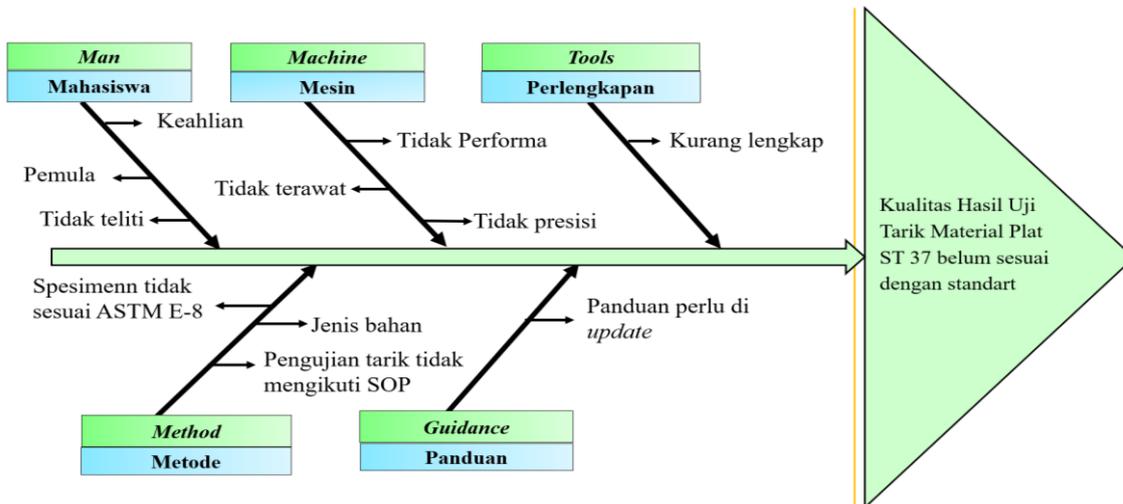


**Gambar 7.** Diagram Kendali X-Chart setelah perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan, maka hasil pengujian tarik telah memenuhi kriteria SPC yang terkendali, hal tersebut dibuktikan pada diagram kendali diatas, nilai UCL yang diperoleh sebesar 365,21 MPa, nilai rata-rata 348,02 MPa dan nilai batas bawah/LCL diperoleh sebesar 330,84 MPa.

### 3.5. Diagram Cause and Effect (Diagram Sebab Akibat )

Proses pengujian tarik tentunya memiliki standart yang harus diikuti, hal tersebut dikarenakan pentingnya kualitas pengujian untuk memonitor dan mengamati kekuatan tarik dari sebuah material, oleh sebab dalam memonitor kualitas perlunya tindakan yang korektif , tergantung pada penyebabnya, tindakan korektif yang tepat dapat bervariasi. Jika mesin uji tarik tidak akurat, perlu dilakukan kalibrasi atau perbaikan Jika ada kesalahan dalam pengukuran atau pencatatan hasil, perlu dilakukan pelatihan atau prosedur baru untuk memastikan akurasi data. Jika ada faktor lain dalam proses yang menyebabkan penurunan rata-rata hasil pengujian tarik, perlu dilakukan analisis dan perbaikan untuk mengatasi faktor tersebut. Sehingga kita harus konsisten mengamati diagram kontrol X setelah tindakan korektif diambil untuk memastikan bahwa proses tetap terkendali. Oleh sebab itu, untuk memperdalam tingkat analisis, perlu tindakan atau menentukan diagram sebab akibat, lebih lengkapnya pada diagram dibawah ini.



**Gambar 8.** Diagram Sebab akibat

Menurut gambar diatas, penyebab potensial dari pengujian tarik yang tidak standart pertama: ketidakakuratan mesin uji tarik, selanjutnya kesalahan dalam pengukuran atau pencatatan hasil. Ketiga, faktor lain dalam proses yang mungkin bervariasi dan menyebabkan penurunan rata-rata hasil pengujian tarik. sehingga dengan adanya temuan pengujian *out of control* maka perlu dilakukan inspeksi ulang dan perbaikan demi terjaganya batas kendali atau lebih lengkapnya pada penjelasan berikut.

1. Mahasiswa : Performa praktikum mahasiswa belum memuaskan dikarenakan masih dalam proses belajar dan terkadang kurang teliti, yang berimbas pada kualitas hasil praktikum.
2. Mesin : Kinerja mesin uji tarik yang sudah tua dapat mempengaruhi kualitas produk. Kurangnya perawatan dapat mengakibatkan mesin tidak beroperasi secara maksimal, yang berdampak pada hasil pengujian.
3. Perlengkapan : Perlengkapan untuk membantuk mahasiswa praktik perlu ditambah, sehingga meningkatkan kualitas pengujian tarik
4. Metode : Spesimen uji tarik yang tidak sesuai ASTM-E8 dan juga jenis bahan yang kurang baik, sehingga bahan baku plat st 37 yang di potong tidak berdasarkan standart. kemudian, dalam beberapa situasi, mahasiswa tidak mengikuti SOP dalam memotong material sehingga berdampak pada spesimen yang tidak sesuai dengan ukuran.
5. Panduan : Panduan yang digunakan perlu diadakan perbaikan menyesuaikan dengan jenis material yang terbaru dan juga perlu lebih detail sehingga mempermudah mahasiswa untuk mengerjakan uji tarik.

#### 4. KESIMPULAN

- a) Selanjutnya hasil pengujian tarik dengan alat monitor kendali *X-Chart*, ditemukan  $\bar{\bar{x}} = 347,1489$  MPa nilai  $UCL = 363,858$  Mpa dan  $LCL = 330,4939$  MPa, dari diagram kontrol *X-Chart* hasil pengujian yang ke-8 melewati batas kontrol bawah atau UCL.
- b) Hasil dari pengujian tarik melalui diagram kendali *R-Chart* menemukan nilai  $UCL = 61,2202$  dan  $LCL = 0$ , dari kontrol diagram tersebut tidak ditemukan out of control atau masih dalam batas kendali.
- c) Penggunaan diagram sebab akibat menemukan faktor yang mempengaruhi hasil pengujian tarik yaitu mahasiswa yang masih pemula, tidak teliti dan juga belum memiliki keahlian, kemudian faktor mesin yang tidak terawat maka mempengaruhi permorma sehingga tidak presisi, kemudian perlengkapan yang kurang, selanjutnya metode pembuatan spesimen yang tidak mengikuti SOP dan juga faktor panduan praktikum yang tidak *update*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] E. Putra *et al.*, “Jurnal Inovator Analisis Kekuatan Tarik Plat Baja ST37 Variasi Kuat Arus dengan Metode Shielded Metal Arc Welding,” vol. 6, no. 2, pp. 37–43, 2023.
- [2] J. Fan, H. T. Saragi, A. B. Pratama, E. Putra, D. Boangmanalu, and A. Qadry, “Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak pada Material Besi Nako 10 mm,” vol. 04, no. 01, 2023.
- [3] A. Mitra, *Fundamentals of Quality Control and Improvement: Third Edition*. 2012. doi: 10.1002/9781118491645.
- [4] E. Putra, D. Boangmanalu, A. Qadry, F. Taruyun, H. Sinaga, and A. B. Pratama, “SABUT KELAPA,” vol. 05, no. 01, pp. 56–63, 2024.
- [5] T. O. Standard, A. American, and N. Standard, “Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials 1,” 2013, doi: 10.1520/E0008.
- [6] D. Howard, *The Basics of Statistical Process Control and Behaviour Charting*. 2003.
- [7] E. W. Yunitasari and P. Royanto, “Peta Kendali Atribut Untuk Mengidentifikasi Kecacatan Produk Furniture di PT ISI,” *J. Teknol. Technoscientia*, vol. 12, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [8] Y. Attaqwa, A. Hamidiyah, and F. A. Ekoanindyo, “Product Quality Control Analysis with Statistical Process Control (SPC) Method in Weaving Section (Case Study PT.I),” *Int. J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 3, pp. 86–92, 2021, doi: 10.29040/ijcis.v2i3.43.
- [9] C. Desiana and G. A. Y. P. Adistana, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Floordeck dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) pada PT. Mulcindo Steel Industry Analisis Pengendalian Kualitas Produk Floordeck Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Pada P,” Pp. 1–10, 2022.
- [10] E. S. Rahayu and P. A. Wicaksono, “Pengendalian Kualitas Hasil Uji Tekan Material Beton Tipe B2 Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Di ...,” ... *Eng. Online J.*, pp. 1–9, 2022.