

Pengendalian Kualitas Produk Pipa Carbon Seamless Menggunakan Peta Kendali Dan Kapabilitas Proses

Quality Control Of Seamless Carbon Pipe Products Using Control Chart And Capability Process

Dian F. Hidayat, Ossa Sutaarga, Joko Hardono

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah

dianfriana@gmail.com; ossa.sutaarga@gmail.com; jhardono@yahoo.com

ABSTRACT

The company's efforts to continuously improve quality in monitoring and measuring product characteristics to check that product requirements have been met so that the product realization process is in line with planned arrangements. As for PT. CTA always maintains process capability based on predetermined specifications for seamless carbon pipe products, including indicators of pipe roundness and thickness. The method used in this study is the X-bar and R control chart and process capability used to measure and evaluate whether the process is in statistically controlled quality or not and measure the performance relationship between the actual process and predetermined specification limits so that it can be carried out maintenance plan. The results of this study are first, 2 iterations of the control chart because previously some data were obtained that were not within the upper or lower control limits. Second, the results of measuring process capability are the Cpk value of 0.563 and the CP value of 0.587 ($C_p < 1$) which means that the process capability to meet the specified specifications is low. Third, measurement of the total non-conformance level of 988,100 ppm or 988,100 units that do not comply with the desired specifications in one million products produced.

Keyword: X-Bar and R Control Chart, Capability Process, Statistical Quality Control, Nonconformance

ABSTRAK

Sebagai upaya perusahaan untuk terus meningkatkan kualitas dalam memantau dan mengukur karakteristik produk untuk memeriksa bahwa persyaratan produk telah dipenuhi agar proses realisasi produk sejalan dengan pengaturan yang direncanakan. Seperti bagi PT. CTA untuk selalu menjaga kemampuan proses berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan terhadap produk pipa carbon seamless di antaranya adalah indikator kebulatan dan ketebalan pipa. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali X-bar dan R dan kapabilitas proses yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi apakah proses berada dalam kualitas yang terkendali secara statistik atau tidak dan mengukur hubungan kinerja antara proses aktual dan batas spesifikasi yang telah ditentukan sehingga dapat dilakukan rencana perbaikan. Adapun hasil pada penelitian ini yaitu pertama, sebanyak 2 kali iterasi peta kendali karena sebelumnya diperoleh beberapa data yang tidak berada dalam batas kendali atas maupun bawah. Kedua, hasil pengukuran kapabilitas proses yaitu nilai Cpk sebesar 0,563 dan nilai CP sebesar 0,587 ($C_p < 1$) yang berarti kemampuan proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan rendah. Ketiga, pengukuran tingkat nonkonformans total sebesar 988.100 ppm atau 988.100 unit yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dalam satu juta produk yang dihasilkan.

Kata Kunci: Peta Kendali X-Bar dan R, Kapabilitas Proses, Pengendalian Kualitas Statistik. Nonkonformans

1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah sistem manajemen mutu ISO 9001:2015 mewajibkan suatu organisasi untuk menerapkan metode sesuai dalam pemantauan/ pengendalian dan pengukuran. Lalu organisasi diharuskan untuk memantau dan mengukur karakteristik produk untuk memeriksa bahwa persyaratan produk telah dipenuhi. Ini harus dilakukan pada tahap-tahap yang sesuai dari proses realisasi produk sejalan dengan pengaturan yang direncanakan. Bukti dari kesesuaian terhadap kriteria keberterimaan harus dipelihara karena pelulusan produk dan penyampaian pelayanan/ jasa tidak boleh dilakukan sampai pengaturan yang direncanakan telah dipenuhi dengan memuaskan, kecuali bila disetujui oleh pihak yang berwenang dan, bilamana sesuai, oleh pelanggan.

PT. CTA merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi pipa baja dan pipa galvanize. Produk yang dihasilkan PT. CTA meliputi beberapa jenis pipa impor dan domestik antara lain pipa baja saluran air, saluran gas, dan pipa berlapis galvanis. Pipa baja untuk saluran air merupakan

pipa baja yang dirancang khusus untuk saluran air, pipa baja gas merupakan pipa yang dirancang khusus untuk digunakan sebagai saluran gas dengan standar internasional. PT. CTA menekankan bahwa pipa baja harus memiliki kualitas sesuai dengan standar yang diacu, baik dalam negeri maupun standar luar negeri.

Untuk memastikan bahwa produk atau layanan memenuhi harapan pelanggan dan mencapai tingkat kualitas yang diinginkan. PT. CTA melakukan pengujian terhadap beberapa indikator standar terhadap produk yang dihasilkan, yaitu kebulatan pipa (*roundness*) dan tebal pipa (*Thickness*). Kualitas kebulatan berusaha dijaga untuk menjauhkan dari keluhan pelanggan. Pada umumnya, pipa yang baik adalah pipa dengan kebulatan yang simetris. Kebulatan pipa diukur dari besar diameter yang diambil pada 2 titik pengukuran, dan 4 titik pengukuran pada ketebalan pipa. Keenam titik pengukuran tersebut akan menjadi karakteristik kualitas dari kebulatan pipa. Besar diameter pada ke-enam titik memiliki indikasi saling mempengaruhi satu sama lain dimana jika pada hasil pengukuran ada indikasi kebulatan pipa tidak simetris dan ketebalan pipa dibawah standart, maka pipa tersebut akan dimasukkan dalam kategori tidak sesuai (*non-conformances*). Begitu juga untuk kondisi sebaliknya (tidak lebih besar).

Selain ke-enam titik tersebut bertujuan untuk mengetahui kebulatan pipa dan ketebalan pipa, juga dapat menjadi indikator ketidaksesuaian *setting* mesin dalam proses *tube mill* dan kondisi material (*coil*) baik dalam *mechanical properties* atau *chemical properties*. Mengingat pentingnya beberapa indikator tersebut, maka upaya pengendalian kualitas untuk dapat memantau proses yang terjadi adalah menggunakan peta kendali dan kapabilitas proses. Menurut (Marimin, 2004) peta kendali digunakan untuk menganalisa proses dengan tujuan melakukan perbaikan secara terus-menerus terhadap mutu. Juga menurut Fitriana (2021) peta kendali memiliki tujuan untuk mendeteksi adanya penyebab khusus atau data yang berada diluar batas kendali untuk dilakukan tindakan perbaikan terhadap penyebab tersebut.

Sehingga pada penelitian ini, teknik yang digunakan adalah peta kendali X-bar dan R untuk mendeteksi rata-rata kebulatan pipa dan ketebalan pipa masih masuk dalam standart proses rata-rata dan *range* yang dapat mendeteksi pergeseran variabilitas proses. Hasil pengontrolan secara univariat, didapat *moving range* cenderung mendekati 0 atau dapat dikatakan proses berjalan dengan hasil produksi yang hampir seragam. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi proses dengan diagram peta kendali dan mengukur kapabilitas proses antara proses aktual dan batas spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan Cp dan Cpk.

2. METODOLOGI

Setiap produk yang diterima oleh PT. CTA dilakukan pemeriksaan dengan cara *sampling* secara acak untuk mengetahui apakah produk tersebut memenuhi standar yang sudah ditentukan atau tidak. Beberapa poin pemeriksaan berupa *visual inspection*, ketebalan, diameter lubang, dan panjang pipa. Fokus penelitian ini yaitu pada kemampuan proses ketebalan Pipa *Carbon Seamless 20"*. Jumlah pipa yang diperiksa adalah 35 unit, dengan cara mengukur ketebalan pipa sebanyak 6 kali pengulangan pada titik-titik yang sudah ditentukan pada masing-masing pipa. Tahapan penelitian ini (Arif, 2022) yaitu

1. Membuat peta kendali berdasarkan data ketebalan pipa *carbon seamless 20"*
2. Menganalisa kemampuan proses dengan menggunakan indeks Cp dan Cpk

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

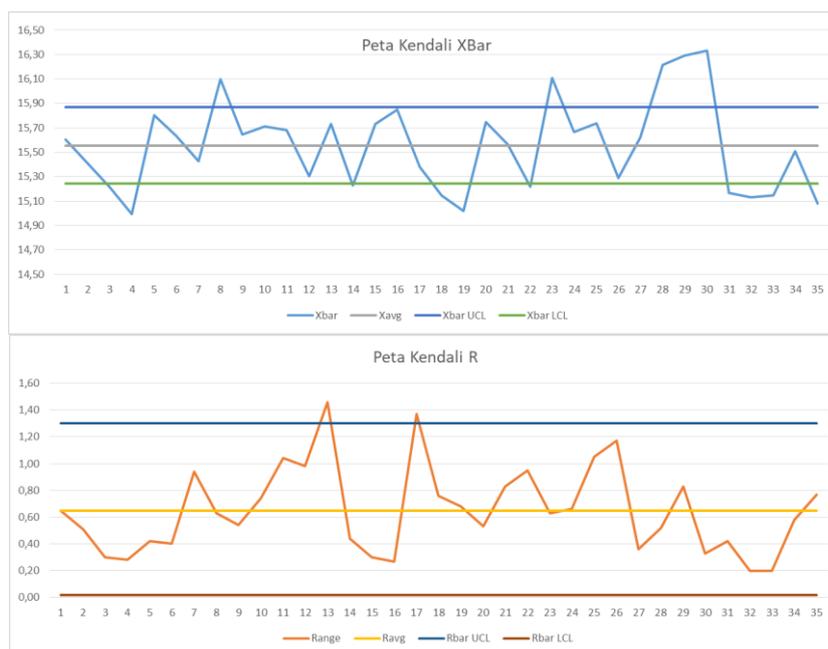
Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh PT. KHI selaku perusahaan yang telah dipercaya untuk melakukan *incoming inspection* pada setiap produk yang diterima oleh PT. CTA. Produk yang diperiksa berupa *Carbon Seamless 20"* sebanyak 35 unit, dengan cara mengukur ketebalan pipa pada titik-titik (6 titik pemeriksaan) yang sudah ditentukan untuk setiap produknya. Tabel berikut ini merupakan hasil pengukuran ketebalan dimana X1 – X6 merupakan titik pengukuran dan Xbar adalah nilai rata-rata ketebalan. Berdasarkan hasil pengukuran maka diperoleh data sebagai berikut;

Tabel 1 Data Pengukuran Ketebalan Pipa *Carbon Seamless 20"*

No	PIPE NO	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Xbar	Range
1	001-0010	15,44	15,63	15,81	15,49	15,3	15,95	15,60	0,65
2	001-0011	15,34	15,42	15,12	15,45	15,63	15,49	15,41	0,51
3	002-0020	15,07	15,37	15,16	15,24	15,14	15,3	15,21	0,30
4	002-0023	15,07	14,79	15,01	15,07	15,01	15,01	14,99	0,28
5	002-0025	15,68	15,89	16,01	15,59	16	15,65	15,80	0,42
6	002-0026	15,6	15,4	15,66	15,72	15,64	15,8	15,64	0,40
7	003-0039	15,47	15,59	15,71	15,51	15,52	14,77	15,43	0,94
8	003-0040	15,99	15,99	15,99	16,47	16,32	15,84	16,10	0,63
9	003-0048	15,62	15,62	15,47	15,87	15,37	15,91	15,64	0,54
10	001-0002	15,81	15,74	15,99	15,25	15,8	15,67	15,71	0,74
11	002-0018	15,26	15,77	15,72	16,3	15,61	15,41	15,68	1,04
12	002-0021	14,81	15,39	15,45	15,29	15,79	15,09	15,30	0,98
13	002-0022	16,88	15,42	15,5	15,46	15,53	15,6	15,73	1,46
14	002-0024	15,18	14,97	15,34	15,1	15,41	15,38	15,23	0,44
15	003-0031	15,64	15,69	15,8	15,94	15,65	15,68	15,73	0,30
16	003-0033	15,76	15,81	15,81	16,03	15,9	15,77	15,85	0,27
17	003-0034	15,69	15,31	15,17	16,27	14,95	14,9	15,38	1,37
18	003-0035	14,91	15,08	14,98	15,67	14,94	15,29	15,15	0,76
19	003-0036	15,16	14,64	15,12	14,84	15,32	15,04	15,02	0,68
20	003-0037	15,52	16,05	15,69	15,57	15,97	15,68	15,75	0,53
21	003-0038	15,39	15,31	15,74	15,78	15,16	15,99	15,56	0,83
22	004-0045	15,27	15,66	15,42	14,71	15,52	14,74	15,22	0,95
23	004-0046	16,02	15,99	15,88	16,51	16,02	16,24	16,11	0,63
24	004-0047	15,8	15,52	15,28	15,94	15,63	15,81	15,66	0,66
25	004-0049	15,73	15,9	16,06	15,01	15,83	15,88	15,74	1,05
26	004-0050	15,84	15,45	15,14	14,67	15,22	15,43	15,29	1,17
27	001-0004	15,42	15,74	15,62	15,49	15,78	15,67	15,62	0,36
28	001-0009	16,09	16,24	16,45	15,93	16,32	16,25	16,21	0,52
29	002-0019	16,05	16	16,09	16,58	16,2	16,83	16,29	0,83
30	004-0054	16,3	16,25	16,53	16,2	16,49	16,21	16,33	0,33
31	001-0006	15,17	15,23	15,45	15,09	15,04	15,03	15,17	0,42
32	001-0007	15,11	15,19	15,04	15,24	15,11	15,1	15,13	0,20
33	001-0008	15,12	15,06	15,18	15,12	15,26	15,14	15,15	0,20
34	001-0012	15,78	15,69	15,62	15,52	15,24	15,2	15,51	0,58
35	002-0016	14,95	14,9	14,91	15,08	14,98	15,67	15,08	0,77

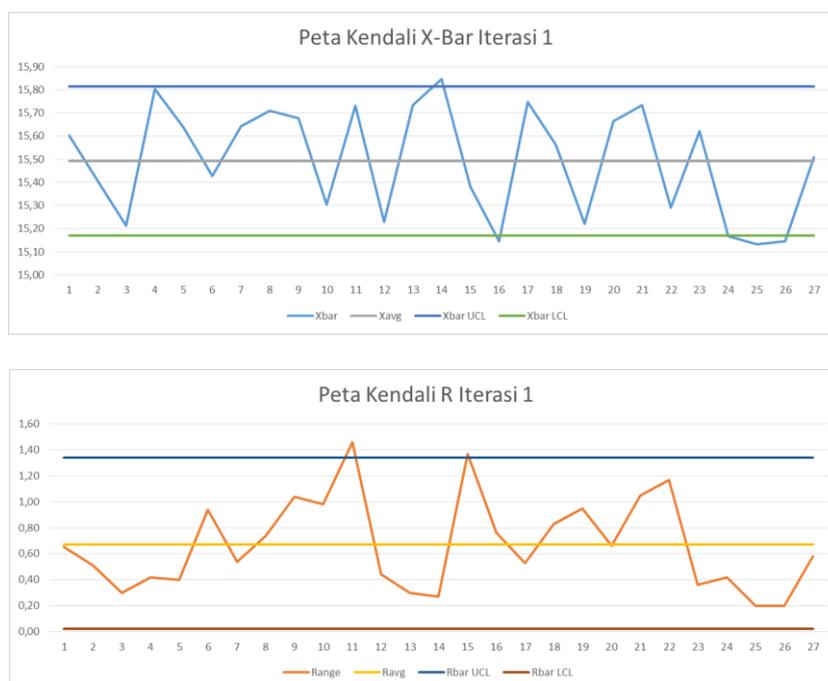
3.1. PETA KENDALI X-BAR DAN R

Hasil pengukuran terhadap 35 unit pipa *carbon seamless 20"* seperti pada tabel 1, diolah dan dianalisa menggunakan peta kendali X-bar untuk melihat tingkat rata-rata dari proses produksi dan peta kendali R untuk melihat variabilitas amplitude yang menunjukkan kemungkinan pengambilan sampel dispersi pada kasus khusus (Fitriana, 2021). Berikut analisis ketebalan pipa pada sample subgroup menggunakan diagram peta kendali X-Bar seperti berikut ini, yaitu;



Gambar 1. Peta Kendali X-Bar dan R Hasil Pengukuran Ketebalan Pipa

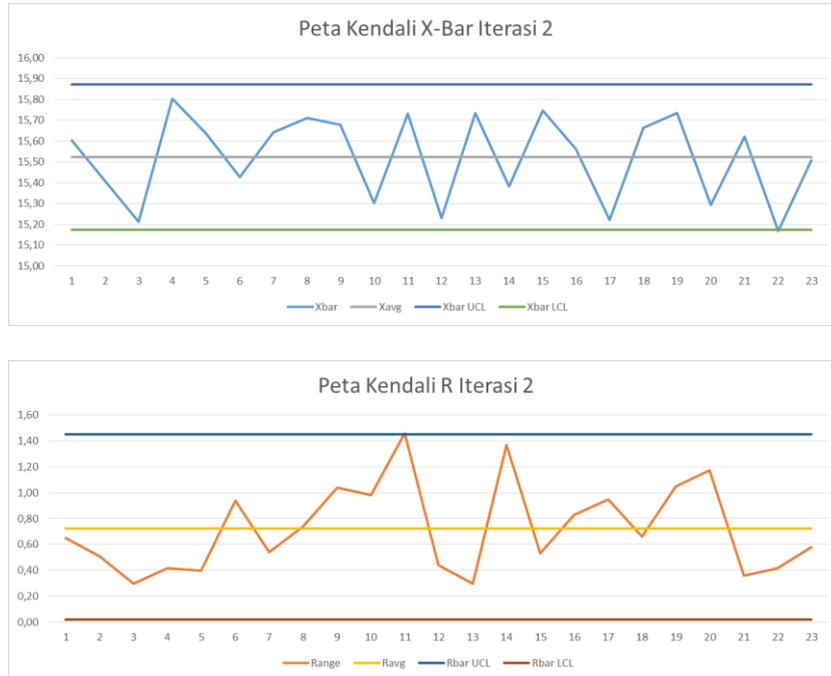
Jika melihat diagram peta kendali X-bar pada gambar 1, maka diketahui terdapat beberapa data diluar batas kendali atas yaitu 15,87 mm dan batas kendali bawah yaitu 15,24mm, sehingga data pengukuran pada ketebalan pipa belum terkendali secara *statistic*. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu penghapusan titik yang keluar paling jauh dari batas kendali yaitu pada titik 4, 8, 19, 23, 28, 29, 30, dan 35. Begitu juga dengan peta kendali *Range*, terdapat beberapa data berada pada diluar batas normal, yaitu diluar batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga perlu penghapusan beberapa titik tersebut berdasarkan titik yang keluar paling jauh sebagai prioritas.



Gambar 2. Peta Kendali X-Bar dan R Hasil Pengukuran Ketebalan Pipa Iterasi-1

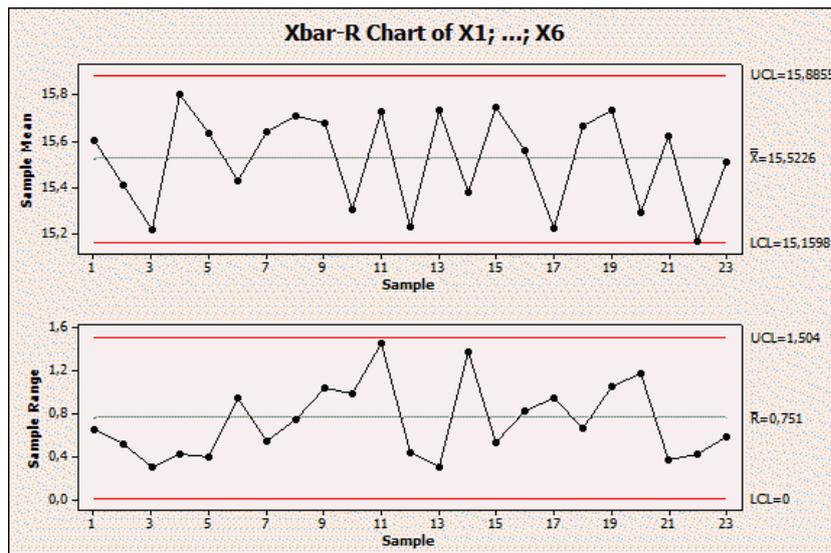
Setelah dilakukan penghapusan pada titik yang memiliki nilai paling jauh dari batas kendali yaitu sebanyak 8 titik, maka diagram peta kendali X-bar iterasi 1 dapat dilihat pada gambar 2. Sehingga jumlah sample menjadi 27 dari 35 unit data sebelumnya. Berdasarkan gambar 2 diperoleh

nilai rata-rata sebesar 15,49 mm dan masih ditemukan titik yang keluar dari batas kendali atas yaitu 15,82mm dan batas kendali bawah yaitu 15,17mm sebanyak 4 titik yaitu titik 16, 18, 32, dan 33. Untuk itu masih perlu dilakukan penghapusan titik yang memiliki nilai paling jauh dari batas kendali. Berikut ini diagram kendali X-bar iterasi 2 setelah dilakukan penghapusan beberapa titik.



Gambar 3. Peta Kendali X-Bar dan R Hasil Pengukuran Ketebalan Pipa Iterasi-2

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa data ketebalan pipa carbon seamless 20” sudah terkendali secara statistic yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 15,52 mm dan data berada dalam batas kendali atas sebesar 15,87mm dan batas kendali bawah sebesar 15,17mm. Begitu juga dengan hasil peta kendali R bahwa semua titik sudah berada dalam batas kendali yaitu diantara batas atas dan batas bawah. Adapun hasil menggunakan program Minitab adalah sebagai berikut, yaitu;



Gambar 4. Peta Kendali X-Bar dan R Hasil Pengukuran Ketebalan Pipa Iterasi-2 Menggunakan Program Minitab

3.2. KAPABILITAS PROSES CP DAN CPK

Setelah dapat dipastikan bahwa semua data sudah berada dalam batas kendali, maka langkah berikutnya yaitu menghitung kapabilitas proses ketebalan pipa carbon seamless 20". Adapun perhitungan kapabilitas proses dapat dilihat seperti berikut ini, yaitu;

$$S = \frac{R}{d_2} = \frac{0,72}{2,534} = 0,284; Cp = \frac{USL-LSL}{6s} = \frac{16-15}{6(0,284)} = \frac{1}{1,704} = 0,587$$

$$Cpl = \frac{\bar{x}-LSL}{3s} = \frac{15,52-15}{3(0,284)} = \frac{0,52}{0,852} = 0,61; Cpu = \frac{USL-\bar{x}}{3s} = \frac{16-15,52}{3(0,284)} = \frac{0,48}{0,852} = 0,563$$

$$Cpk = \text{Min}\{CPL; CPU\} = \text{Min}\{0,61; 0,563\} = 0,563$$

Berdasarkan hasil perhitungan kapabilitas proses, diketahui bahwa nilai Cpk sebesar 0,563 yang menunjukkan bahwa proses cenderung mendekati batas spesifikasi atas. Sedangkan untuk nilai CP sebesar 0,587 yang berarti nilai tersebut kurang dari 1, dapat disimpulkan bahwa kemampuan proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan rendah. Langkah berikutnya yaitu menghitung tingkat nonkonformans atau menghitung perkiraan kasar mengenai jumlah cacat yang terjadi dalam satuan ppm. Tingkat nonkonformans adalah perkiraan kasar mengenai jumlah cacat yang terjadi dalam satuan ppm (Fitriana, 2021).

1. Tingkat nonkonformans pada $X < LSL = 15\text{mm}$

$$Z_{lower} = \frac{LSL - \bar{x}}{s} = \frac{15 - 15,52}{0,284} = -1,83$$

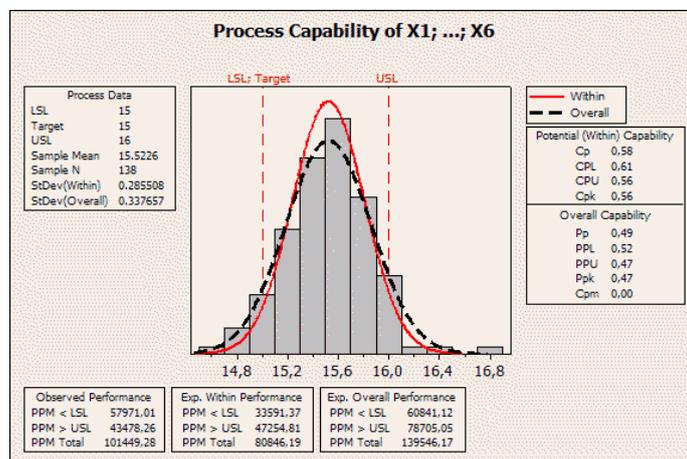
Jika $z = -1,83$ berdasarkan tabel distribusi normal maka $P_z = 0,0336$ atau sama dengan 33.600 ppm.

2. Tingkat nonkonformans pada $X > USL = 16\text{mm}$

$$Z_{upper} = \frac{USL - \bar{x}}{s} = \frac{16 - 15,52}{0,284} = 1,69$$

Jika $z = 1,69$ berdasarkan tabel distribusi normal maka $P_z = 0,9545$ atau sama dengan 954.500 ppm.

Adapun nilai tingkat nonkonformans total adalah $P(X < LSL=15\text{mm}) + P(X > USL=16\text{mm}) = 33.600 + 954.500 = 988.100$ ppm. Berarti dalam satu juta produk yang dihasilkan terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan sebanyak 988.100 unit.



Gambar 5. Kapabilitas Proses Hasil Pengukuran Ketebalan Pipa Menggunakan Program Minitab

4. KESIMPULAN

Adapun hasil yang bisa diambil dari Hasil pengukuran terhadap 35 unit pipa carbon seamless 20" dengan menggunakan X-Bar Chart dan R Chart maka diketahui terdapat beberapa data diluar batas kendali atas yaitu 15,87 mm dan batas kendali bawah yaitu 15,24mm, sehingga data pengukuran pada ketebalan pipa belum terkendali secara *statistic*. Namun, Setelah dilakukan penghapusan pada titik yang memiliki nilai paling jauh dari batas kendali yaitu sebanyak 12 titik, Sample yang sebelumnya adalah 35 titik menjadi 23 titik untuk dilakukannya iterasi, maka hasil nilai rata-rata berubah menjadi sebesar 15,52 mm dan data berada dalam batas kendali atas sebesar 15,87mm dan batas kendali bawah sebesar 15,17mm.

Hasil Analisa kapabilitas menggunakan Cp dan CpK didapat hasil bahwa nilai Cpk sebesar 0,563 yang menunjukkan bahwa proses cenderung mendekati batas spesifikasi atas. Sedangkan untuk nilai CP sebesar 0,587 yang berarti nilai tersebut kurang dari 1, dapat disimpulkan bahwa kemampuan proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan rendah. Lalu, dengan menghitung tingkat nonkonformans atau menghitung perkiraan kasar mengenai jumlah cacat yang terjadi dalam satuan ppm didapat nilai tingkat nonkonformans total adalah $P(X < LSL=15mm) + P(X > USL=16mm) = 33.600 + 954.500 = 988.100$ ppm. Yang mana dapat disimpulkan bahwa dalam satu juta produk yang dihasilkan terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan sebanyak 988.100 unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M. (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.
- Fitriana, R., Sari, D.K. , Habyba,. A.N. (2021). Pengendalian dan Penjaminan Mutu. Banyumas: Wawasan Ilmu.
- Heydari, A. A., Tavakoli, M., & Rahim, A. (2023). An Integrated Model of Maintenance Policies and Economic Design of X-bar Control Chart Under Burr XII Shock Model. *Iranian Journal of Science*, 1-9.
- Marimin. (2004). Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Grasindo
- Muthalib, I., & Adnan, S. R. (2023, August). Improvement of process quality using Taguchi method on solvent production. In *American Institute of Physics Conference Series* (Vol. 2485, No. 1, p. 120004).
- Venriza, O., & Pratama, D. P. (2023). The Effect Additives in Avtur for Increasing Electrical Conductivity with Statistical Quality Control Method. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 6(1.2).
- Wahyukaton, W., & Herman, R. (2023, August). Capability process on shewhart p control chart and ISRT p EWMA control chart on shift drum production. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2485, No. 1). AIP Publishing.

