

Analisis Penerapan Statistical Process Control Untuk Mengukur Kestabilan Proses Produksi Pada Area Wire Bonding di PT.ITB

Muhammad Zidan Abdillah¹, Hery Irwan¹

Departemen Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan¹

Department of Industrial Engineering, University of Riau Kepulauan¹

mzidanabdillah87@gmail.com, heryirawan@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Disubmit April 16, 2025

Diterima Oktober 15, 2025

Diterbitkan Desember 01, 2025

Kata Kunci:

Peta Kendali

Kapabilitas

Stabilitas

ABSTRAK

Dalam pengelolaan proses produksi, metode yang paling sering digunakan untuk memastikan suatu proses berjalan dengan baik adalah *Statistical Process Control* (SPC). SPC memiliki banyak metode yang memiliki fungsinya masing-masing. Misalnya, untuk mengukur stabilitas, salah satu alat SPC yang umum adalah Peta Kendali. Di sisi lain, untuk mengukur kapabilitas, salah satu alat SPC yang umum adalah *Capability Report*. Peta Kendali yang sederhana hanya memerlukan Batasan Spesifikasi yang menjadi pedoman sampel yang diperiksa untuk memastikan sampel yang dihasilkan memenuhi spesifikasi *customer*. Namun ketika nilai suatu sampel melebihi batas spesifikasi, seluruh populasi secara otomatis dikategorikan sebagai reject. Itu sebabnya kita juga perlu menggunakan Peta Kendali yang lebih kompleks. Peta Kendali yang lebih kompleks akan membutuhkan tambahan komponen yang lebih banyak untuk meningkatkan kestabilan proses produksi seperti *Control Limit*. *Capability Report* akan menunjukkan Kapabilitas proses. Pada *Capability Report* kita dapat melihat *CpK*, *PpK*, *Mean*, *Standard Deviation*, dan Histogram sebaran data. Di sini akan diamati semua itu di salah satu perusahaan semikonduktor terkemuka di Batam. Hasil dari pengamatan yang dilakukan adalah, perusahaan menggunakan *Capability Index* jenis PPK untuk mengukur kapabilitas proses secara lebih aktual. Sedangkan untuk menentukan *control limit*, perusahaan menggunakan *control limit* 3.5 sigma yang memiliki batasan *control* lebih lebar dibandingkan *control limit* yang lebih umum yaitu 3 sigma.

© This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

*Penulis Korespondensi:

Muhammad Zidan Abdillah

Departemen Teknik Industri

Universitas Riau Kepulauan

Perumahan Permata Puri 2 Blok VV No. 13 Kelurahan Buliang Kecamatan Batu Aji, Batam, Indonesia

Email: mzidanabdillah87@gmail.com

1. INTRODUCTION

Dalam suatu proses produksi diperlukan suatu metode untuk mengendalikan kualitas suatu produk. Metode yang umum digunakan dalam suatu perusahaan adalah *Statistical Process Control* (SPC). SPC merupakan suatu metode yang digunakan untuk memastikan seluruh proses produksi yang berjalan berada dalam standar kualitas tertentu sehingga produk yang dikirimkan ke konsumen

dapat memenuhi standar kualitas produksi [10]. Penggunaan analisis SPC dinilai penting karena dapat meningkatkan kinerja suatu proses dengan mengurangi variabilitas produk dan meningkatkan efisiensi produksi. Metode SPC menyediakan beberapa metode dasar untuk pengambilan sampel produk, pengujian dan evaluasi serta informasi untuk meningkatkan proses produksi. Untuk itu perlu dikaji faktor-faktor yang berhubungan dengan proses produksi dengan harapan dapat mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk sesuai dengan yang diharapkan [1]. SPC memiliki beragam metode untuk digunakan. Untuk mengukur Stabilitas suatu proses, metode yang umum digunakan adalah *Control Chart*. *Control Chart* adalah aplikasi yang digunakan untuk memantau dan mengevaluasi setiap proses untuk memastikan bahwa proses tersebut berada dalam kendali mutu statistik. *Control Chart* dapat menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu [8]. Untuk mengukur *Capability* suatu proses, terdapat *Capability Report* yang dapat digunakan. *Capability Report* adalah serangkaian perhitungan yang digunakan untuk menilai apakah suatu sistem secara statistik mampu memenuhi serangkaian spesifikasi atau persyaratan. Kedua alat SPC ini akan menentukan apakah proses berada pada jalur yang baik atau tidak untuk menghasilkan produk high runner dengan reject minimal [3].

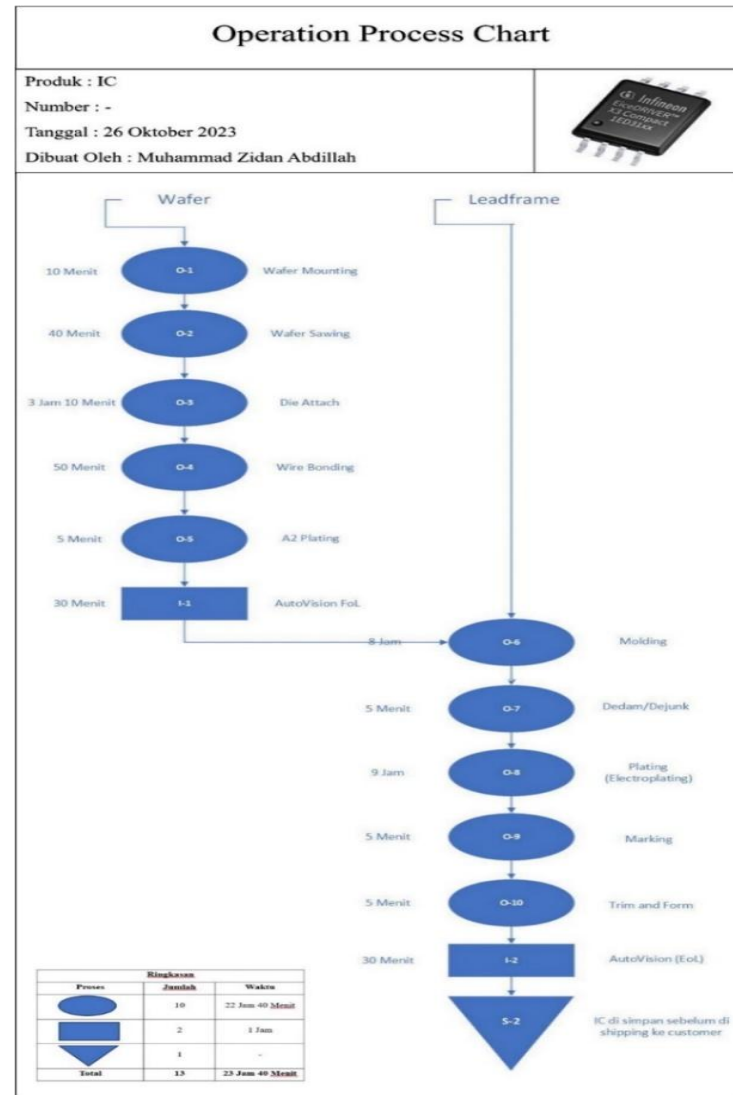
Pada setiap bagian produksi, *Quality check* merupakan bagian yang fungsi utamanya adalah memastikan produk akhir dari suatu proses apakah memenuhi spesifikasi atau tidak. Data yang telah diperiksa nantinya akan diinput ke dalam aplikasi SPC sehingga dapat dilakukan monitoring dan evaluasi terhadap sebaran data sampel yang mewakili suatu proses produksi tertentu [6]. Di perusahaan yang akan dilakukan observasi ini, mereka memiliki aplikasi tersendiri untuk memastikan produk sampel yang diukur sesuai spesifikasi dan dikontrol dengan alat statistik. Pada penelitian ini, tujuan dari observasi ini adalah untuk melihat secara langsung penerapan *Statistical Process Control* khususnya *Control Chart* pada sebuah perusahaan semikonduktor, dan membandingkannya dengan ilmu yang diperoleh selama proses pembelajaran di tingkat perkuliahan dengan menggunakan aplikasi statistika umum seperti *Minitab* dan *Microsoft Excel*. Manfaat dari observasi ini adalah mendapatkan pengetahuan baru tentang penerapan *Statistical Process Control* di suatu perusahaan dan mendapatkan pengalaman mengenai permasalahan aktual di bidang produksi.

2. METODE

Penelitian observasi ini menggunakan desain deskriptif yang akan menggambarkan masalah atau variabel dalam jangka waktu tertentu. Populasi yang akan digunakan dalam observasi ini adalah salah satu proses yang ada pada perusahaan ini. Prosesnya disebut proses *Wire Bonding*. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi partisipan yang artinya minimal salah satu partisipan pada penelitian observasi ini terjun langsung ke lapangan produksi untuk melihat langsung proses dan mempelajarinya. Teknik pengumpulan datanya juga akan menggunakan studi dokumen yang dapat dikumpulkan melalui intranet perusahaan. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif dengan menggunakan pendekatan statistik untuk mendapatkan hasil dan kesimpulan pada penelitian observasi ini.

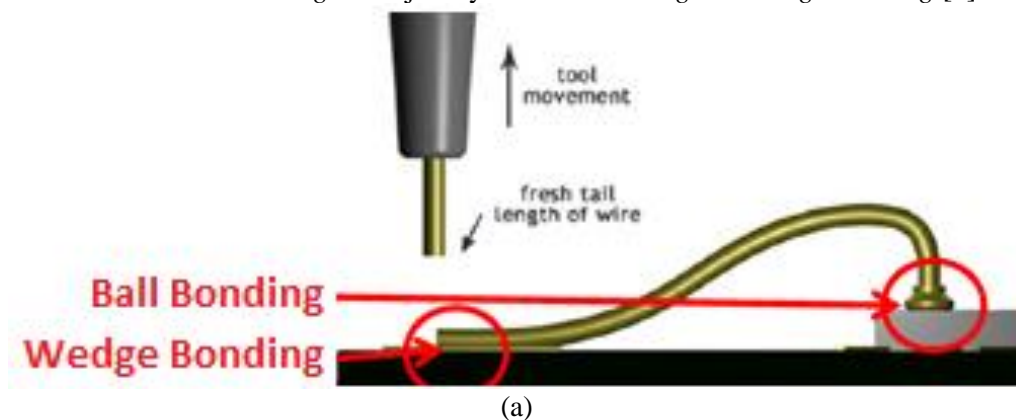
2.1. Operation Process Control (OPC)

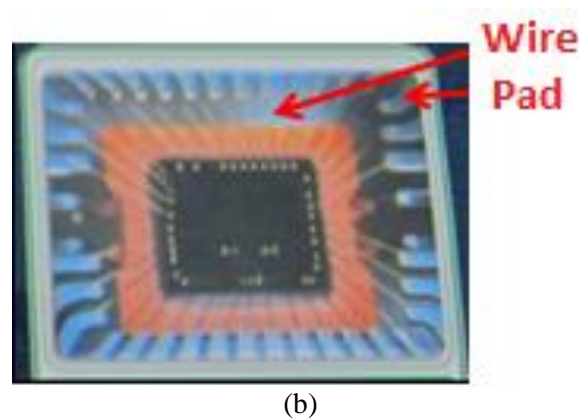
Operation Process Control adalah cara yang digunakan untuk menghasilkan bahan mentah hingga menjadi produk jadi yang melibatkan pengetahuan, tenaga kerja, mesin dan faktor produksi lainnya. Perusahaan yang diamati dalam jurnal ini merupakan salah satu perusahaan semikonduktor terkemuka di dunia. Perusahaan ini bergerak di bidang manufaktur semikonduktor *back-end*. *Back-end* atau dikenal juga dengan proses *Assembly* merupakan proses manufaktur semikonduktor kedua setelah *front-end* yang merupakan proses fabrikasi wafer. *Back-end* sendiri juga terbagi menjadi 3 kategori proses yaitu *Front of Line* (FOL) dan *End of Line* (EOL) serta proses *Test and Mark Scan Pack* (MSP). Untuk membuat sebuah IC, proses yang dibutuhkan adalah FOL hingga EOL [5].

Gambar 1: OPC Untuk Proses *Back-End*

2.2. Proses Wire Bonding

Salah satu proses yang ada di *Front of Line* adalah *Wirebond*. *Wirebond* bertujuan untuk menyediakan sambungan elektrik antara *die* dan *leadframe* dengan menggunakan benang tipis atau yang disebut kabel. *Wire Bonding* ada 2 jenis yaitu *Ball Bonding* dan *Wedge Bonding* [6].





Gambar 2: Ilustrasi (a) Proses Wire Bonding; (b) PCB untuk wire pad

Beberapa tahapan proses Wirebond; Leadframe yang telah melalui proses Die Attach dimasukkan ke dalam mesin Wirebond. Leadframe akan melalui proses bonding. Mesin akan menggunakan penjepit untuk menahan rangka utama. Wire yang akan digunakan (Au, Cu, Al) akan dimasukkan ke dalam capillary yang digunakan untuk proses pengikatan wire dari chip ke leadframe. EFO digunakan untuk melelehkan wire dan membentuk Free Air Ball atau Ball Bonding [1].

Setelah proses Wire Bonding selesai, maka akan dilakukan pengecekan hasil dari proses tersebut.

Beberapa parameter yang dipantau dalam pengecekan SPC di area Wire Bonding adalah :

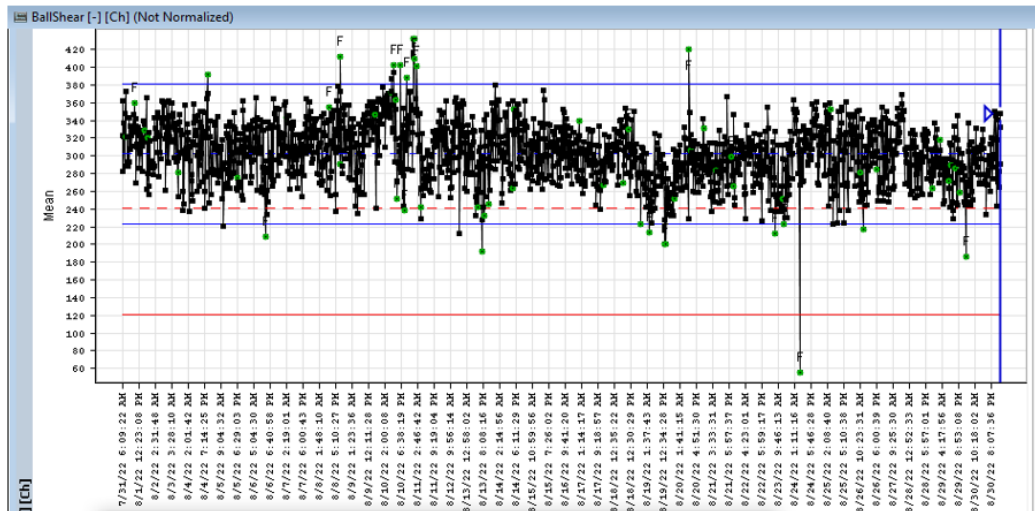
- *BallDiameter* : lebar bola yang telah diikatkan pada die yang dibentuk dari Free Air Ball.
- *BallHeight* : lebar bola yang telah diikatkan pada die yang dibentuk dari Free Air Ball.
- *LoopHeight*: tinggi lengkungan wire yang terbentuk di antara die dan wire.
- *BallShear* : kekuatan bola yang diikatkan pada die yang dibentuk dari Free Air Ball.
- *WirePull*: kekuatan wire yang terbentuk antara die dan wire.
- *StitchPull* : kekuatan wedge yang telah diikatkan pada wire yang terbentuk dari Free Air Ball.

Pemeriksaan ini biasanya dilakukan dengan mengambil beberapa sampel Leadframe.

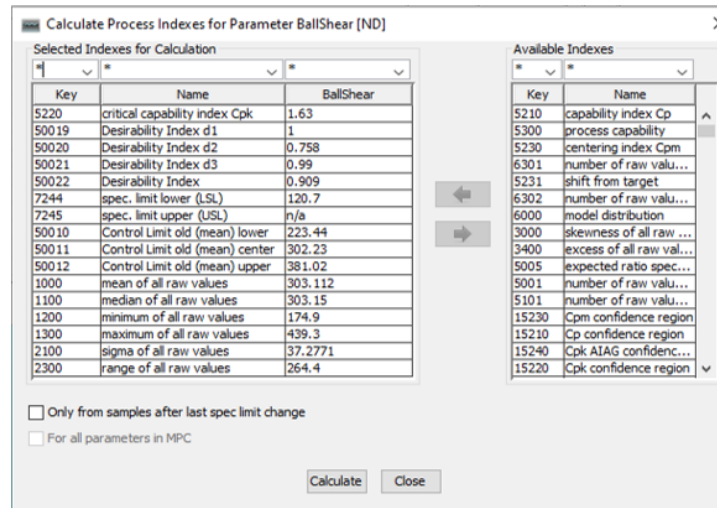
2.3. Implementasi dan Pengumpulan Data

Dalam prakteknya, *Control Limit* sangat erat kaitannya dengan standar deviasi atau sigma. Sigma akan mempengaruhi besar kecilnya Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah. Secara matematis, sigma merupakan pengurangan antara *mean* (μ) atau rata-rata seluruh data dengan simpangan baku (σ) atau lebar distribusi seluruh data. Ada banyak jenis sigma yang bisa digunakan dalam data statistik, seperti 3 sigma dan 4.5 sigma. Namun umumnya sigma yang digunakan adalah 3 sigma. Ini juga dikenal sebagai distribusi normal.

Disini akan ditampilkan salah satu diagram hasil implementasi diagram kendali salah satu produk pada suatu perusahaan semikonduktor. Sampel pada grafik ini adalah sampel data dalam 1 bulan.



(a)



(b)

Gambar 3: (a) *Control Chart* ; (b) Hasil Pengukuran Data
Jumlah data yang didapatkan untuk keseluruhan sampel yang sudah diukur adalah 9037 sampel.

Tabel 1: Data yang sudah didapatkan

no.	Sample Date	X	(x-μ)	(x - μ) ²	MR (Moving Range)
2	2022-08-01 01:23:56	342.34	39.35162	1548.550023	24.26
3	2022-08-01 01:23:56	345.71	42.72162	1825.136844	3.37
..
9028	2022-08-30 20:43:08	255.72	-47.2684	2234.299716	75.91
9029	2022-08-30 20:43:08	257.75	-45.2384	2046.510994	2.03

2.4. Pengujian Implementasi menggunakan pendekatan Statistik

Pada bagian ini, kita akan menggunakan komponen-komponen statistik yang sudah dipelajari menggunakan pendekatan statistik lewat rumus maupun aplikasi.

Langkah 1 : Menghitung Rata-Rata

Rata-Rata didapatkan dari jumlah keseluruhan data dibagi dengan banyaknya data.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$$\bar{X} = \frac{(342.34 + 345.71 + 326.17 + \dots + 326.72 + 301.67 + 3111.92)}{9037}$$

$$\bar{X} = \frac{2748106.17}{9037}$$

$$\bar{X} = 302.99$$

Langkah 2 : Menghitung Standar Deviasi

Standar deviasi merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat sebaran data. Standar deviasi terbagi menjadi 2 bentuk yaitu *Standard deviation(overall)* dan *Standard deviation(within)*. *Standard deviation(overall)* merupakan simpangan baku seluruh pengukuran dan merupakan perkiraan variasi proses secara keseluruhan, sedangkan *Standard deviation(within)* merupakan perkiraan variasi pada semua subkelompok [3].

Ada 2 jenis standar deviasi :

Standard deviation(overall)

Rumusnya adalah :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(1548.55 + 1825.14 + \dots + 1.74 + 79.77)}{9037}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{13654256.89}{9037}}$$

$$\sigma = \sqrt{1510.93}$$

$$\sigma = 38.87$$

Standard deviation(within)

Rumusnya adalah :

$$s = \frac{AMR}{d2}$$

selanjutnya,

$$\text{Average Moving Range (AMR)} = \frac{SMR}{\frac{N - w + 1}{2}}$$

$$AMR = \frac{(24.26 + 3.37 + \dots + 25.02 + 10.25)}{\frac{9037 - 2 + 1}{2}}$$

$$AMR = \frac{233049.09}{9036}$$

$$AMR = 25.79$$

w (banyaknya pengamatan) adalah banyaknya data dari 1 kelompok dimana jumlahnya 2 karena 1 kelompok merupakan selisih dari data kedua dikurangi data pertama. Misalnya *Moving Range* pertama adalah nilai dari data ke-2 dikurangi nilai dari data ke-1, dan seterusnya [7]. Tabel untuk d2 dapat dilihat sebagai berikut [4].

Tabel 2: Tabel nilai konstanta d2 berdasarkan ukuran subgrup dan jumlah subgrup (k)

k	Subgroup size, n													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.414	1.912	2.239	2.481	2.673	2.830	2.963	3.078	3.179	3.269	3.350	3.424	3.491	3.553
2	1.279	1.805	2.151	2.405	2.604	2.768	2.906	3.025	3.129	3.221	3.305	3.380	3.449	3.513
3	1.231	1.769	2.120	2.379	2.581	2.747	2.886	3.006	3.112	3.205	3.289	3.366	3.435	3.499
4	1.206	1.750	2.105	2.366	2.570	2.736	2.877	2.997	3.103	3.197	3.282	3.358	3.428	3.492
5	1.191	1.739	2.096	2.358	2.563	2.730	2.871	2.992	3.098	3.192	3.277	3.354	3.424	3.488
6	1.181	1.731	2.090	2.353	2.558	2.726	2.867	2.988	3.095	3.189	3.274	3.351	3.421	3.486
7	1.173	1.726	2.085	2.349	2.555	2.723	2.864	2.986	3.092	3.187	3.272	3.349	3.419	3.484
8	1.168	1.721	2.082	2.346	2.552	2.720	2.862	2.984	3.090	3.185	3.270	3.347	3.417	3.482
9	1.164	1.718	2.080	2.344	2.550	2.719	2.860	2.982	3.089	3.184	3.269	3.346	3.416	3.481
10	1.160	1.716	2.077	2.342	2.549	2.717	2.859	2.981	3.088	3.183	3.268	3.345	3.415	3.480
11	1.157	1.714	2.076	2.340	2.547	2.716	2.858	2.980	3.087	3.182	3.267	3.344	3.415	3.479
12	1.155	1.712	2.074	2.3439	2.546	2.715	2.857	2.979	3.086	3.181	3.266	3.343	3.414	3.479
13	1.153	1.710	2.073	2.338	2.545	2.714	2.856	2.978	3.085	3.180	3.266	3.343	3.413	3.478
14	1.151	1.709	2.072	2.337	2.545	2.714	2.856	2.978	3.085	3.180	3.265	3.342	3.413	3.478
15	1.150	1.708	2.071	2.337	2.544	2.713	2.855	2.977	3.084	3.179	3.265	3.342	3.412	3.477

d ₂	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970	3.078	3.173	3.259	3.336	3.407	3.472
k	Subgroup size, n													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

$$s = \frac{AMR}{d_2}$$

$$s = \frac{25.79}{1.128}$$

$$s = 22.86$$

d₂ bernilai 1.128 terlihat pada tabel diatas karena n atau ukuran *subgroup* adalah 2 dan k atau jumlah subgroup > 15.

Langkah 3 : Menghitung Kapabilitas

Ada 2 jenis *Capability Index*, PpK dan CpK. PPK adalah indeks yang digunakan untuk mengukur secara tepat bagaimana suatu proses berjalan dan menghitung variasi proses. Perhitungannya melibatkan sigma aktual. CPK mengukur potensi suatu proses dan memberitahu kita seberapa baik proses tersebut dapat memenuhi spesifikasi. Perhitungannya melibatkan estimasi sigma [1].

CpK

Rumusnya adalah :

$$CpK = \min\left(\frac{USL - \mu}{3s}, \frac{\mu - LSL}{3s}\right)$$

$$CpK = \frac{\mu - LSL}{3s}$$

$$CpK = \frac{302.99 - 120.7}{3 \times 22.86}$$

$$CpK = \frac{182.29}{68.58}$$

$$CpK = 2.66$$

PpK

Rumusnya adalah :

$$PpK = \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right)$$

$$PpK = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

$$PpK = \frac{302.99 - 120.7}{3 \times 38.87}$$

$$PpK = \frac{182.29}{116.61}$$

$$PpK = 1.56$$

Step 4: Menghitung *Control Limit*

Ada 2 cara untuk menghitung *Control Limit* menggunakan 2 jenis standar deviasi ;

Rumus *Control Limit* dengan *standard deviation(overall)*:

Menggunakan aturan umum 3 Sigma

$$LCL = \mu - 3\sigma$$

$$LCL = 302.99 - 3 \times 38.87$$

$$LCL = 302.99 - 116.61$$

$$LCL = 186.38$$

$$UCL = \mu + 3\sigma$$

$$UCL = 302.99 + 3 \times 38.87$$

$$UCL = 302.99 + 116.61$$

$$UCL = 419.60$$

Rumus *Control Limit* dengan *standard deviation(within)* :

Menggunakan aturan umum 3 Sigma

$$LCL = \mu - 3s$$

$$LCL = 302.99 - 3 \times 22.86$$

$$LCL = 302.99 - 68.58$$

$$LCL = 234.39$$

$$UCL = \mu + 3s$$

$$UCL = 302.99 + 3 \times 22.86$$

$$UCL = 302.99 + 68.58$$

$$UCL = 371.58$$

Menggunakan 3.5 Sigma

$$LCL = \mu - 3.5s$$

$$LCL = 302.99 - 3.5 \times 22.86$$

$$LCL = 302.99 - 80.01$$

$$LCL = 222.98$$

$$UCL = \mu + 3.5s$$

$$UCL = 302.99 + 3.5 \times 22.86$$

$$UCL = 302.99 + 80.01$$

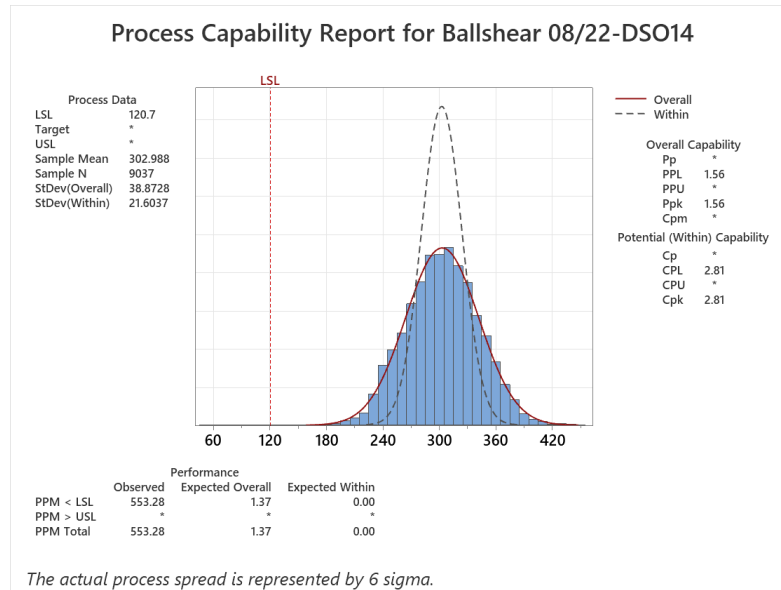
$$UCL = 383.00$$

3. HASIL DAN ANALISIS

Dengan pendekatan statistik, proses dapat dianalisa menggunakan :

3.1. *Capability Report*

Capability Report menampilkan berbagai informasi tentang variabel tertentu seperti rata-rata, standar deviasi, Histogram, Cpk, dan Ppk. Berikut tampilan *Capability Report* yang didapat pada aplikasi Minitab:

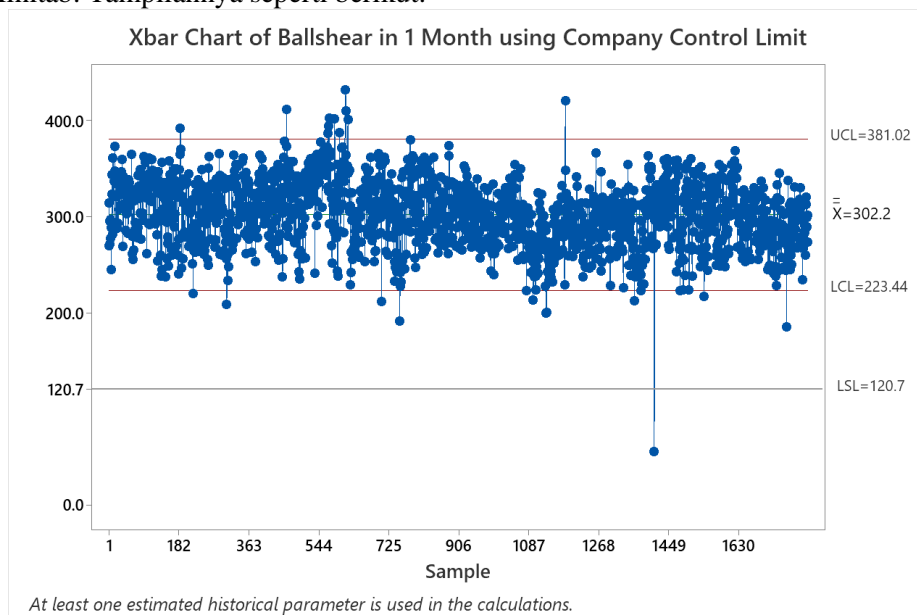


Gambar 4: Tampilan *Capability Report* dari aplikasi Minitab

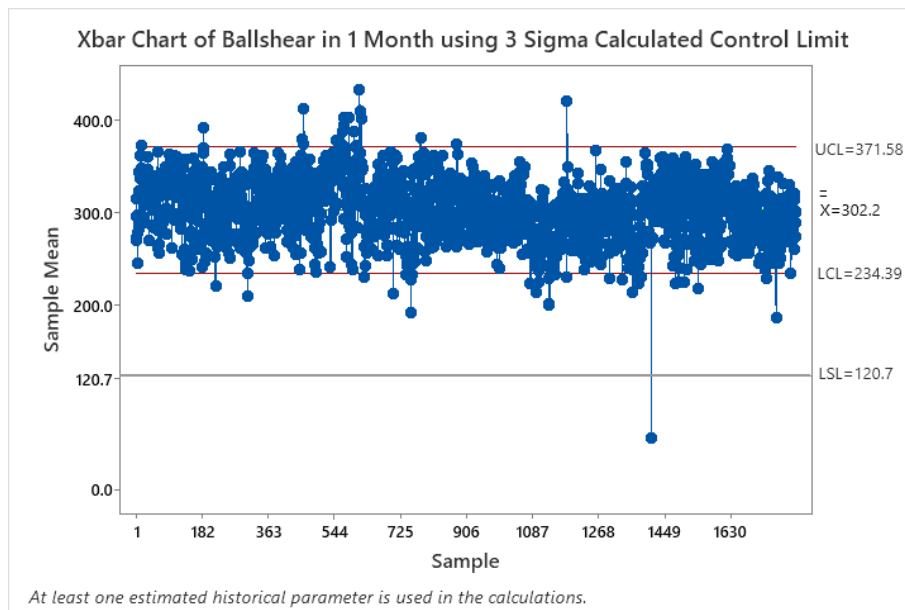
Jika dicermati, terlihat ada perbedaan hasil aplikasi di perusahaan dan Minitab. Pada aplikasi perusahaan hasil CpK sebesar 1,63 sedangkan pada aplikasi Minitab sebesar 2,81. Hasil yang diperoleh pada aplikasi Minitab menunjukkan bahwa perhitungan CpK yang digunakan di perusahaan sebenarnya adalah perhitungan PpK yang ditampilkan pada aplikasi Minitab dengan hasil yang tidak jauh berbeda yaitu CpK dengan nilai 1,56 dan standar deviasi (keseluruhan) dengan nilai 38,87. Pada tampilan Histogram terlihat CpK merupakan potensi kemampuan sampel yang ditunjukkan dengan garis putus-putus. Jika sebaran data yang diperoleh semakin sempit dan mendekati garis tengah maka indeks kapabilitas yang diperoleh akan semakin baik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil penyebaran data dari sampel dan semakin dekat sampel dengan garis tengah maka CpK yang diperoleh akan semakin tinggi.

3.2. Control Chart

dari 9037 sample yang didapatkan, data diproses kedalam *Control Chart* menggunakan aplikasi Minitab. Tampilannya seperti berikut:



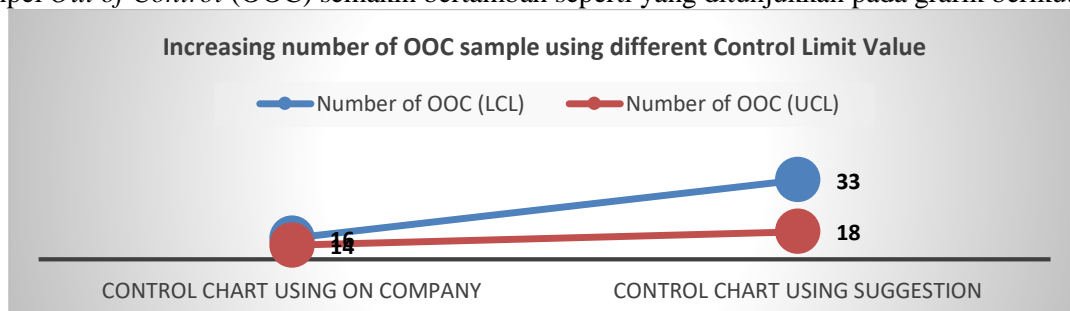
(a)



(b)

Gambar 5: *Control Chart* yang digunakan di perusahaan (a) *Control Chart* yang disarankan (b)

Pada perhitungan Metodologi, kemungkinan besar perhitungan yang digunakan dalam menentukan nilai LCL dan UCL menggunakan *Standard deviation(within)* yang menunjukkan Batas Kendali yang lebih sempit. Namun sigma yang digunakan lebih cenderung 3,5 Sigma dibandingkan 3 Sigma. Sigma ini tidak umum digunakan. Jika kita menerapkan Sigma Distribusi Normal, jumlah sampel *Out of Control* (OOC) semakin bertambah seperti yang ditunjukkan pada grafik berikut :



Gambar 6: Peningkatan jumlah sampel OOC menggunakan *Control Limit* yang berbeda

Terlihat juga bahwa peningkatan sampel OOC terjadi pada LCL yang berarti semakin besar kemungkinan sampel yang memperoleh hasil lebih rendah dari batas kendali.

Setelah dilakukan analisa, beberapa poin yang dapat dibahas adalah :

- Fokus utama dalam penelitian ini hanya sebagai observasi sehingga tidak dapat dilakukan tindakan lebih lanjut selama penelitian.
- Tujuan tercapai karena peserta diberikan kesempatan untuk mempelajari proses dan memahami alur proses sehingga proses dapat dianalisa.
- Di perusahaan ini, *Statistical Process Control* diterapkan dengan sangat baik meskipun masih banyak aspek yang dapat ditingkatkan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan berikut ini adalah:

- Perusahaan ini telah menerapkan salah satu fitur *Statistical Process Control* yaitu *Control Chart* dalam menganalisa kestabilan proses produksi.
- Dalam mengukur kapabilitas proses, perusahaan ini menggunakan acuan PPK sebagai standar indeks kapabilitasnya. Hal ini terlihat dari hasil perhitungan aplikasi perusahaan pada salah satu

contoh proses yang diamati pada tugas observasi ini diperoleh hasil CpK sebesar 1,63 mendekati hasil PpK pada Aplikasi *Minitab* dan perhitungan rumus *excel* sebesar 1,56. Nilai PPK sendiri sebesar 1,56 menandakan proses tersebut mampu karena melebihi spesifikasi yaitu 1,50.

- Untuk menentukan *Control Limit*, perusahaan menggunakan tipe *Standard deviation(within)* karena rentang sigmanya lebih sempit sehingga proses dapat dikendalikan agar lebih stabil.
- Untuk besar kecilnya sigma atau simpangan baku, pada salah satu contoh proses yang diamati pada tugas observasi ini digunakan sigma sebesar 3,5.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak Manajemen PT. ITB di kawasan Industri, Mukakuning Batam yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan magang dan pengamatan secara langsung berkaitan dengan topik tingginya *reject* di lantai produksi.

REFERENSI

- [1] Abdillah. Muhammad Zidan. "Analisa Penurunan Kasus SPC Violation pada Parameter Ball Dimensional dan Ballshear dengan Perbaikan Recipe Mesin CT-300." D3 thesis, Batam State Polytechnic, Batam, 2021.
- [2] Abdillah. Muhammad Zidan. "Analisa Penerapan Control Chart untuk Mengukur Kestabilan Proses Produksi pada Area Wire Bonding di PT Infineon Technologies Batam." S1 Practical Work Report, University of Riau Kepulauan, Batam, 2023.
- [3] Bhandari. Pritha. "How to Calculate Standard Deviation (Guide). Internet: <https://www.scribbr.com/statistics/standard-deviation/>, June. 21, 2023 [Nov. 03, 2023].
- [4] Develve. "STDEV within. Internet: <https://develve.net/STDEV-within.html>, November. 21, 2022 [Nov. 03, 2023].
- [5] Backend Manufacturing Processes : Introduction, 01 Ed., Infineon Technologies., Singapore., 2023, pp. 1-31.
- [6] Backend Manufacturing Processes : Front of Line (FoL), 01 Ed., Infineon Technologies., Singapore., 2021, pp. 1-52.
- [7] Milivojevich. Andrew "D2 values for the Distribution of the Average Range. Internet: <https://andrewmilivojevich.com/d2-values-for-the-distribution-of-the-average-range/>, June. 18, 2015 [Nov. 03, 2023].
- [8] N.H. Fajar, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Pada PT Difa Kreasi", Jurnal Bisnisan : Riset Bisnis dan Manajemen, vol. 1, pp. 61-75, Sep-Des. 2019.
- [9] OJTI For PC Buy Off And Surveillance Of FOL Assembly, 009 Ed., Infineon Technologies., Batam., Indonesia., 2020, pp. 34-48.
- [10] S. Nanih, "Penerapan Metode Statistical Proses Control (SPC) Dalam Mengidentifikasi Faktor Penyebab Utama Kecacatan Pada Proses Produksi Produk ABC", Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, vol. 25, pp. 10-23, Apr. 2020