



Pengendalian Kualitas Proses Produksi *Stud Bolt* Dengan Metode *Statistical Process Control* Di PT. Bukit Baja Nusantara

Fajar Budi Suciyono¹, Fibi Eko Putra², Heru Darmawan³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

¹fajarbudi172@gmail.com, ²fibi@pelitabangsa.ac.id, ³heru10@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di PT. Bukit Baja Nusantara, perusahaan manufaktur yang memproduksi stud bolt, yang menghadapi permasalahan tingginya tingkat produk cacat dalam proses produksinya. Penelitian bertujuan menganalisis akar penyebab kecacatan dan mengevaluasi efektivitas sistem pengendalian kualitas yang diterapkan. Metode yang digunakan adalah *Statistical Process Control* (SPC), dengan alat bantu berupa check sheet, histogram, diagram Pareto, peta kendali (*p-chart*), dan diagram sebab-akibat (*fishbone*). Berdasarkan analisis data produksi bulan Juni 2024, dari 60.000 unit yang diproduksi, ditemukan 1.181 unit cacat (1,97%). Jenis cacat dominan meliputi diameter tidak sesuai, panjang tidak sesuai, dan ulir rusak. Faktor penyebab utama antara lain adalah kondisi mesin, metode kerja yang belum terstandar, kualitas material yang tidak konsisten, serta kurangnya pelatihan operator. Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan perbaikan berbasis pendekatan *5W+1H*, yang mencakup revisi prosedur kerja, peningkatan pelatihan, pemeliharaan mesin, dan pengawasan mutu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengurangan cacat produk dan peningkatan kualitas produksi secara berkelanjutan.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas, SPC, Stud Bolt, Peta Kendali, Diagram Sebab-Akibat.

1. Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur di Indonesia mengalami peningkatan signifikan seiring dengan kebutuhan pasar akan produk yang berkualitas tinggi. Dalam iklim kompetisi yang ketat, hanya perusahaan dengan daya saing yang kuat dan sistem produksi yang efisien yang mampu bertahan dan berkembang [1]. Salah satu indikator utama daya saing perusahaan manufaktur adalah kemampuannya dalam menjaga kualitas produk secara konsisten. Untuk itu, pengendalian kualitas menjadi elemen krusial dalam setiap tahapan proses produksi. Aktivitas ini meliputi pemantauan, pemeriksaan, serta evaluasi terhadap proses dan hasil produksi guna memastikan kesesuaian dengan standar mutu yang ditetapkan [2]. Tujuan utamanya adalah meminimalkan produk cacat, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan menekan potensi kerugian operasional akibat produk tidak sesuai.

PT. Bukit Baja Nusantara (BBN), sebagai salah satu produsen lokal stud bolt di Indonesia, berkomitmen untuk memenuhi kebutuhan industri energi dan mineral melalui penyediaan pengencang berkualitas tinggi. Sejak berdiri pada tahun 1995, perusahaan ini mengusung konsep *one-stop service* untuk mencapai efisiensi dan produktivitas secara menyeluruh. Namun, dalam implementasinya, proses produksi stud bolt masih menghadapi tantangan berupa tingginya tingkat produk cacat. Berdasarkan data produksi bulan Juni 2024, dari total 60.000 unit stud bolt yang diproduksi, sebanyak 1.181 unit dikategorikan sebagai produk cacat, menghasilkan rata-rata tingkat cacat sebesar 1,97%. Jenis cacat yang umum ditemukan antara lain ulir rusak, diameter tidak sesuai, dan panjang yang tidak memenuhi standar spesifikasi. Permasalahan ini menunjukkan perlunya evaluasi menyeluruh terhadap proses pengendalian kualitas yang sedang berjalan di perusahaan.

Pengendalian kualitas tidak hanya bertujuan mengidentifikasi kesalahan setelah produk jadi, tetapi juga mendeteksi potensi penyimpangan sejak tahap awal proses produksi. Salah satu metode yang telah terbukti efektif dan banyak digunakan di sektor industri adalah *Statistical Process Control* (SPC). SPC merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk mengamati, mengendalikan, dan meningkatkan performa proses produksi melalui analisis data historis dan *real-time* [3]. Alat bantu seperti check sheet, histogram, diagram Pareto, peta kendali (*p-chart*), dan *fishbone* diagram merupakan bagian integral dalam metode SPC yang digunakan untuk memetakan pola penyebab cacat dan menetapkan prioritas perbaikan.

Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahaputra, metode SPC mampu mengidentifikasi faktor dominan penyebab produk cacat yang berasal dari manusia, mesin, bahan baku, dan lingkungan kerja [4]. Rhamadhan juga mengonfirmasi bahwa pelatihan operator yang kurang memadai serta ketidaksesuaian prosedur kerja menjadi faktor penyebab kecacatan tertinggi dalam proses produksi [5]. Bahkan dalam penelitian Eman

Sulaiman, ditemukan bahwa ketidakteletian pekerja dan suhu lingkungan menjadi kontributor utama terhadap meningkatnya produk *reject* [6]. Senada dengan hal tersebut, Nurul Khairi mengaplikasikan *p-chart* dan *fishbone* diagram untuk menelusuri ketidaksesuaian pada proses pembuatan yang melibatkan variasi material dan metode produksi [7].

Namun, sebagian besar studi terdahulu hanya menggunakan SPC sebagai alat diagnosis tanpa mengintegrasikan hasil analisis ke dalam strategi perbaikan yang operasional. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan integrasi metode SPC dengan pendekatan 5W+1H, sehingga tidak hanya mampu mengidentifikasi akar permasalahan, tetapi juga menyusun langkah-langkah perbaikan teknis yang kontekstual dan dapat segera diterapkan di lini produksi. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengendalian mutu dan mempercepat pencapaian target kualitas perusahaan.

Urgensi dari penelitian ini tidak hanya dilatarbelakangi oleh tingginya tingkat kecacatan produk yang berdampak langsung pada biaya dan reputasi perusahaan, tetapi juga oleh kebutuhan mendesak untuk membangun sistem mutu yang tangguh, adaptif, dan berbasis data. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi PT. Bukit Baja Nusantara dalam upaya perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) dan peningkatan daya saing di pasar manufaktur nasional.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Bukit Baja Nusantara yang berlokasi di Kawasan Industri Jababeka, Cikarang Utara, Bekasi, selama satu bulan, yaitu dari 3 Juni hingga 2 Juli 2024. Penelitian difokuskan pada lini produksi *stud bolt* ukuran M6 sampai 4 inci, dengan volume produksi harian sebesar 3.000 unit. Data diamati secara berurutan selama 20 hari kerja berturut-turut, sehingga total sampel yang dikaji mencapai 60.000 unit. Proses pengamatan dilakukan tanpa intervensi pada sistem produksi yang sedang berjalan.

Jenis penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif, dengan pendekatan studi kasus langsung di lingkungan industri. Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber. Pertama, data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap jalannya proses produksi dan pencatatan jumlah serta jenis cacat produk, disertai wawancara semi-struktural dengan operator, teknisi, dan kepala regu di lantai produksi. Kedua, data sekunder diperoleh dari dokumentasi internal perusahaan seperti laporan inspeksi mutu, histori produksi, dan standar operasional prosedur (SOP).

Untuk menganalisis data, penelitian ini menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) sebagai kerangka utama evaluasi kualitas. Lima alat bantu utama yang digunakan adalah: (1) *check sheet* untuk pencatatan harian jenis kecacatan, (2) histogram untuk menggambarkan distribusi frekuensi cacat, (3) diagram *Pareto* untuk memprioritaskan jenis cacat dominan, (4) *p-chart* untuk mengevaluasi stabilitas proses produksi, dan (5) diagram sebab-akibat (*fishbone*) untuk mengidentifikasi akar penyebab dari kecacatan yang terjadi. Semua analisis dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2019.

Sebagai bagian dari metode baru yang dikembangkan dalam penelitian ini, hasil analisis SPC kemudian diintegrasikan dengan pendekatan 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*) guna menyusun rekomendasi tindakan korektif yang teknis dan dapat diimplementasikan langsung oleh perusahaan. Setiap jenis cacat yang dominan dianalisis dengan pendekatan 5W+1H berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan, untuk merumuskan solusi yang konkret dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan.

Validitas data dijamin melalui teknik triangulasi, yaitu dengan membandingkan hasil observasi harian, data dokumentasi perusahaan, dan keterangan dari narasumber lapangan untuk memastikan keabsahan temuan. Prosedur ini dirancang agar dapat di replikasi oleh peneliti lain dalam konteks industri sejenis.

3. Hasil dan Diskusi

Pengumpulan Data

Proses produksi *stud bolt* di PT. Bukit Baja Nusantara terdiri atas beberapa tahapan utama, dimulai dari pembentukan ulir (*rolling thread*) hingga inspeksi kualitas akhir. Alur kerja produksi secara berurutan meliputi:

1. *Rolling thread* pada material polos (*threaded bar*),
2. Pemotongan material (*cutting*) sesuai *Bill of Material* (BOM),
3. *Chamfering* untuk pembentukan radius pada ujung *stud bolt*,
4. *Stamping* sebagai penanda *grade material*,
5. Proses pelapisan (*coating*) dengan metode yang bervariasi seperti *Zinc-Nickel Plate*, *Hot Dip Galvanizing*, atau *Fluorocarbon*,
6. Perakitan (*assembly*) antara *stud bolt* dan mur, serta
7. Pemeriksaan akhir terhadap dimensi panjang, diameter, berat, dan ketebalan sebelum pengemasan dan pengiriman ke pelanggan.

Pengumpulan data dilakukan selama periode 20 hari kerja pada bulan Juni 2024, dengan total volume produksi sebanyak 60.000 unit *stud bolt*. Setiap hari tercatat rata-rata produksi sebesar 3.000 unit. Berdasarkan hasil pencatatan yang dilakukan oleh tim quality control, total produk cacat selama periode tersebut mencapai 1.181 unit, dengan rata-rata persentase cacat sebesar 1,97%. Data ini menjadi dasar dalam proses analisis pengendalian kualitas menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Rincian lengkap terkait jumlah produksi harian, jumlah unit cacat, serta persentase kecacatan per hari disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Produksi dan Kecacatan Produk

| Tanggal (Juni) | PRODUKSI (PCS) | REJECT (PCS) | PRESENTASE (%) |
|----------------|----------------|--------------|----------------|
| 3 | 3000 | 65 | 2.17 % |
| 4 | 3000 | 80 | 2.67 % |
| 5 | 3000 | 53 | 1.77 % |
| 6 | 3000 | 48 | 1.60 % |
| 7 | 3000 | 57 | 1.90 % |
| 10 | 3000 | 64 | 2.13 % |
| 11 | 3000 | 55 | 1.83 % |
| 12 | 3000 | 52 | 1.73 % |
| 13 | 3000 | 49 | 1.63 % |
| 14 | 3000 | 58 | 1.93 % |
| 17 | 3000 | 75 | 2.50 % |
| 18 | 3000 | 62 | 2.07 % |
| 19 | 3000 | 55 | 1.83 % |
| 20 | 3000 | 70 | 2.33 % |
| 21 | 3000 | 56 | 1.87 % |
| 24 | 3000 | 55 | 1.45 % |
| 25 | 3000 | 51 | 1.65 % |
| 26 | 3000 | 65 | 1.52 % |
| 27 | 3000 | 58 | 1.87 % |
| 28 | 3000 | 53 | 1.71 % |
| Total | 60000 | 1181 | |
| Rata-rata | 3000 | 59.4 | 1.97 % |

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, terlihat bahwa jumlah produk cacat yang dihasilkan setiap harinya mengalami fluktuasi, dengan persentase kecacatan harian tertinggi terjadi pada tanggal 4 Juni sebesar 2,67%, dan yang terendah pada tanggal 24 Juni sebesar 1,45%. Rata-rata produk cacat per hari adalah sebanyak 59,4 unit dari total produksi harian sebesar 3.000 unit, menghasilkan persentase cacat rata-rata sebesar 1,97%.

Meskipun nilai rata-rata tersebut masih berada di bawah ambang toleransi kualitas internal perusahaan ($\leq 2,5\%$), fluktuasi data menunjukkan bahwa proses produksi belum sepenuhnya stabil. Variasi ini mengindikasikan potensi ketidakkonsistenan dalam sistem kontrol kualitas, yang dapat disebabkan oleh faktor teknis seperti kondisi mesin, metode kerja, atau performa operator. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan serta akar penyebabnya.

Kategori cacat Produk

Berdasarkan hasil observasi langsung serta wawancara dengan operator dan tim *quality control* di PT. Bukit Baja Nusantara, ditemukan bahwa kecacatan pada produk *stud bolt* dapat diklasifikasikan ke dalam lima kategori utama. Masing-masing jenis cacat memiliki karakteristik teknis yang berbeda dan berpotensi mengganggu fungsi, presisi, maupun estetika dari produk. Penjelasan masing-masing jenis kecacatan dijabarkan sebagai berikut:

1. Ulir Rusak (*Damaged Threads*)

Merupakan kondisi di mana bagian ulir pada *stud bolt* mengalami kerusakan baik akibat proses pembentukan yang tidak sempurna maupun gesekan mekanis berlebih saat penanganan material. Ulir yang rusak menyebabkan *stud bolt* tidak dapat dikencangkan dengan benar pada mur atau komponen sambungan lainnya, sehingga menurunkan kekuatan sambungan secara keseluruhan.

2. Panjang Tidak Sesuai (*Incorrect Length*)

Cacat ini terjadi ketika panjang akhir *stud bolt* tidak sesuai dengan spesifikasi teknis yang tercantum dalam *Bill of Material* (BOM) atau standar pemesanan pelanggan. *Stud bolt* yang terlalu panjang atau pendek dapat mengganggu proses perakitan dan menyebabkan sambungan tidak memenuhi persyaratan teknis maupun keamanan.

3. Diameter Tidak Sesuai (*Out of Tolerance Diameter*)

Jenis cacat ini mengacu pada kondisi di mana diameter *stud bolt*, baik diameter batang maupun diameter ulir, berada di luar batas toleransi yang ditetapkan oleh standar teknis seperti ASTM, ASME, atau ISO. Ketidaksesuaian ini dapat menyebabkan ketidaksesuaian saat pemasangan, baik terlalu longgar maupun terlalu ketat, yang pada akhirnya dapat menurunkan integritas sambungan.

4. Permukaan Kasar atau Berkarat (*Rough or Corroded Surface*)

Kondisi ini ditandai dengan permukaan *stud bolt* yang tidak rata, abrasif, atau terdapat korosi (karat). Permukaan yang tidak sesuai standar dapat disebabkan oleh kontaminasi, penyimpanan yang buruk, atau kegagalan dalam proses *finishing*. Selain mengurangi performa produk, cacat ini juga dapat mempercepat degradasi material ketika digunakan dalam lingkungan ekstrem.

5. Bagian *Coating* Mengelupas (*The Coating Part is Peeling Off*)

Cacat ini terjadi ketika lapisan pelindung (*coating*) yang diterapkan pada permukaan *stud bolt* terangkat atau terkelupas. Kerusakan pada lapisan ini umumnya disebabkan oleh proses pelapisan yang tidak merata, kualitas bahan pelapis yang rendah, atau perlakuan kasar selama penanganan dan penyimpanan. Akibatnya, ketahanan korosi *stud bolt* akan menurun secara signifikan.

Masing-masing jenis kecacatan ini dianalisis lebih lanjut dengan memvisualisasikan data kecacatan melalui histogram dan diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering terjadi. Analisis ini akan menjadi dasar dalam penentuan fokus perbaikan proses produksi menggunakan alat bantu SPC lainnya seperti peta kendali (*p-chart*) dan diagram sebab-akibat (*fishbone*).

Pengolahan Data

Lembar Pemeriksaan (*Checksheet*)

Lembar Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan mengelompokan data yang ada berdasarkan jenis kecacatan kemudian menganalisisnya dan memutuskan apakah akan membuat suatu perubahan atau tidak tergantung pada frekuensi terjadinya masalah tertentu. *Check sheet* dapat dilihat pada gambar tabel di bawah ini:

| TANGGAL (Juni 2024) | PRODUKSI | JENIS CACAT | | | | | PRODUK REJECT |
|------------------------|----------|-------------|-----|-----|----|----|------------------|
| | | UR | PTS | DTS | KB | CM | |
| 3 | 3000 | 12 | | 20 | | 33 | 65 |
| 4 | 3000 | | 40 | | 40 | | 80 |
| 5 | 3000 | 15 | 35 | | 3 | | 53 |
| 6 | 3000 | 15 | | 15 | | 10 | 48 |
| 7 | 3000 | 10 | 27 | | 20 | | 57 |
| 10 | 3000 | 20 | | 18 | | 27 | 64 |
| 11 | 3000 | 10 | | 35 | | 10 | 55 |
| 12 | 3000 | | | 34 | 18 | | 52 |
| 13 | 3000 | | 25 | 20 | | 4 | 49 |
| 14 | 3000 | 14 | 26 | | 18 | | 58 |
| 17 | 3000 | 12 | | 38 | 20 | 5 | 75 |
| 18 | 3000 | 13 | 15 | 17 | | 17 | 62 |
| 19 | 3000 | 23 | 20 | | 12 | 7 | 55 |
| 20 | 3000 | 15 | 15 | 26 | | 14 | 70 |
| 21 | 3000 | 14 | 18 | | 10 | 14 | 56 |
| 24 | 3000 | | | 28 | 18 | 9 | 55 |
| 25 | 3000 | 28 | 15 | | | 8 | 51 |
| 26 | 3000 | 7 | 5 | 33 | 10 | 10 | 65 |
| 27 | 3000 | | 26 | 18 | | 14 | 58 |
| 28 | 3000 | 10 | 23 | 16 | | 4 | 53 |

Keterangan

| | |
|------------|-------------------------|
| UR | : Ulir Rusak |
| PTS | : Panjang Tidak Sesuai |
| DTS | : Diameter Tidak Sesuai |
| KB | : Kasar Berkarat |
| CM | : Coating Mengelupas |

Gambar 1. Lembar *Check Sheet* Pada Bulan Juni (3 Juni – 28 Juni) 2024

Pada Gambar 1 terdapat rekapitulasi data produksi harian beserta rincian jumlah kecacatan produk *stud bolt* berdasarkan lima kategori cacat utama di PT. Bukit Baja Nusantara selama bulan Juni 2024. Kategori cacat meliputi: Ulir Rusak (UR), Panjang Tidak Sesuai (PTS), Diameter Tidak Sesuai (DTS), Kasar Berkarat (KB), dan *Coating* Mengelupas (CM). Setiap baris mencerminkan total kecacatan per jenis untuk setiap tanggal produksi, dan kolom terakhir menunjukkan jumlah total produk *reject* harian.

Data tersebut menunjukkan bahwa cacat dengan frekuensi tertinggi secara umum berada pada kategori Diameter Tidak Sesuai dan Panjang Tidak Sesuai. Tanggal dengan jumlah *reject* tertinggi adalah 4 Juni (80 unit) dan 17 Juni (75 unit), yang disebabkan oleh lonjakan cacat pada kategori PTS dan DTS. Informasi ini menjadi dasar untuk penyusunan histogram, diagram *pareto*, dan peta kendali dalam rangka evaluasi dan pengendalian kualitas proses produksi.

Histogram

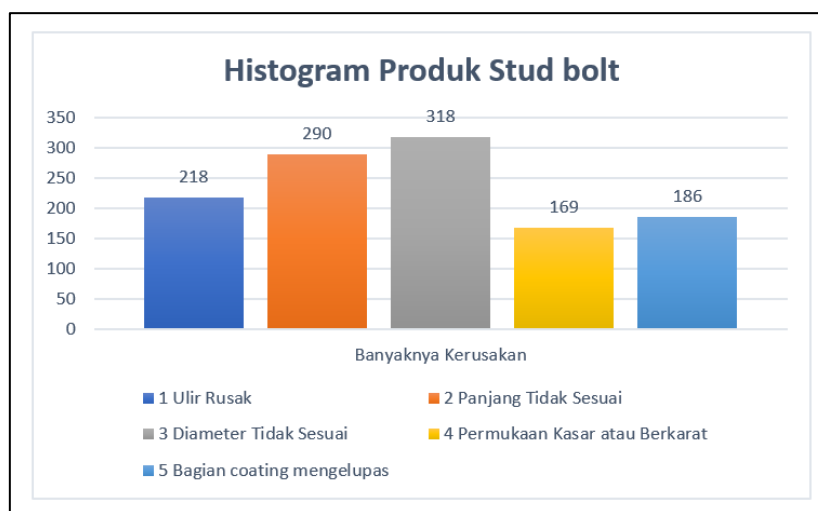
Histogram adalah jenis diagram batang yang berasal dari tabulasi frekuensi, bentuk lain dari visualisasi data. Pembuatan histogram berfungsi untuk mengetahui jenis kecacatan yang paling sering terjadi pada PT. BBN. Berdasarkan hasil pemeriksaan di *chek sheet* dan data kecacatan pada penelitian bulan juni 2024 kemudian ditampilkan dalam grafik batang.

Berikut merupakan data kecacatan pada penelitian yang dilakukan pada bulan juni 2024.

Tabel 2. Data Histogram

| No | Kategori kerusakan | Banyaknya Kerusakan |
|--------|----------------------------------|---------------------|
| 1 | Ulir Rusak | 218 |
| 2 | Panjang Tidak Sesuai | 290 |
| 3 | Diameter Tidak Sesuai | 318 |
| 4 | Permukaan Kasar atau Berkarat | 169 |
| 5 | Bagian <i>coating</i> mengelupas | 186 |
| Jumlah | | 1181 |

Dari tabel di atas, dapat digunakan untuk menghasilkan histogram atau grafik batang yang berfungsi untuk melihat lebih jelas jenis kecacatan yang terjadi sesuai frekuensi kecacatan. Data produk cacat tersebut disajikan dalam bentuk grafik batang yang terbagi berdasarkan jenis kecacatan masing-masing. Gambar di bawah ini menampilkan histogram yang menunjukkan data cacat produk *stud bolt* dari penelitian pada bulan Juni 2024.



Gambar 1. Grafik Histogram

Berdasarkan pada gambar histogram di atas diperoleh bahwa produk cacat *stud bolt* paling banyak yaitu cacat diameter tidak sesuai yaitu sebesar 318 pcs, kemudian jenis kecacatan cacat panjang tidak sesuai sebanyak 290 pcs, cacat ulir rusak sebanyak 218 pcs, cacat *coating* mengelupas 186 pcs dan yang paling rendah yaitu jenis kecacatan permukaan kasar atau berkarat sebanyak 169 pcs dan total keseluruhan kecacatan sebanyak 1.189 pcs.

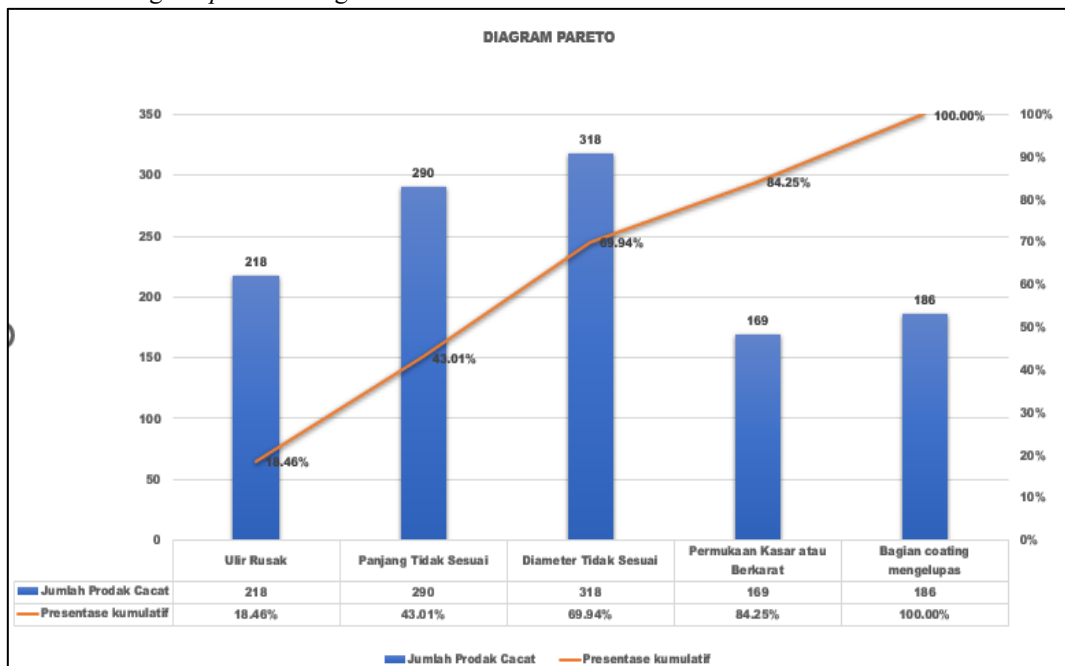
Pareto

Berdasarkan data cacat produk dari penelitian bulan juni 2024 maka dapat dihitung persentase jenis cacat produk *stud bolt* dan mengetahui jenis cacat yang paling tinggi atau sering terjadi dengan menggunakan diagram *pareto*.

Tabel 3 Persentase Kecacatan Produk

| No | Jenis cacat | Jumlah Cacat | % Cacat | % Kumulatif |
|----|----------------------------------|--------------|---------|-------------|
| 1 | Ulir Rusak | 218 | 18,46 % | 18,46 % |
| 2 | Panjang Tidak Sesuai | 290 | 24,56 % | 43,01 % |
| 3 | Diameter Tidak Sesuai | 318 | 26,93% | 69,94% |
| 4 | Permukaan Kasar atau Berkarat | 169 | 14,31 % | 84,25 % |
| 5 | Bagian <i>coating</i> mengelupas | 186 | 15,75 % | 100 % |

Berdasarkan tabel di atas maka dapat disusun diagram *pareto* berdasarkan jenis kecacatan produk dan persentase kecacatan serta persentase kecacatan kumulatif yang diperoleh. Berikut merupakan hasil dari pengolahan data diagram *pareto* sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Pareto

Sesuai dengan fungsinya yang mana diagram *pareto* berguna untuk memperjelas jenis kecacatan yang paling tinggi kemudian dari jenis kecacatan tertinggi tersebut akan menjadi prioritas untuk diperbaiki. Berdasarkan pada gambar diagram *pareto* di atas dapat diketahui kecacatan tertinggi yaitu jenis cacat diameter tidak sesuai 318 pcs dengan persentase 26,93 %, kemudian jenis cacat selanjutnya cacat ulir rusak 218 pcs dengan persentase 18,46 %, cacat selanjutnya panjang tidak sesuai 290 pcs dengan persentase 24,56 %, kemudian cacat bagian *coating* mengelupas 186 pcs dengan persentase 15,75 % dan jenis cacat terkecil yaitu cacat permukaan kasar dan berkarat 169 pcs dengan persentase 14,31 %.

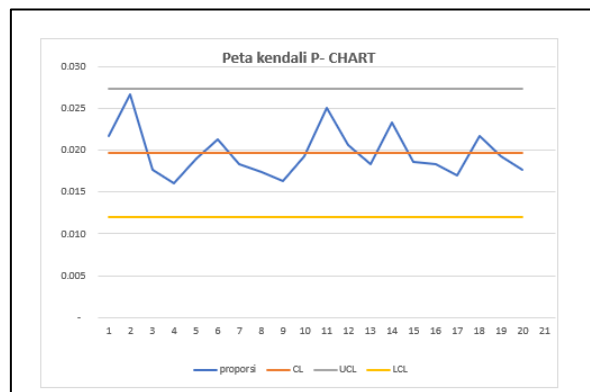
P-Chart

Setelah membuat diagram pareto, langkah selanjutnya adalah membuat peta kendali (*p-chart*) untuk mengetahui apakah kerusakan yang terjadi pada bulan juni 2024 masih dalam batas kendali atau belum, maka akan diteliti lebih lanjut *p-chart* atau peta kendali. Berdasarkan pengawasan yang dilakukan selama produksi pada bulan juni 2024. Gambar tabel di bawah ini merupakan data perhitungan peta kendali yang dilakukan pada periode penelitian produksi bulan juni 2024.

| Tanggal (juni 2024) | Produksi (pcs) | total cacat | proporsi | CL | UCL | LCL |
|---------------------------|-------------------|----------------|----------|--------|-------|-------|
| 3 | 3000 | 65 | 0.022 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 4 | 3000 | 80 | 0.027 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 5 | 3000 | 53 | 0.018 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 6 | 3000 | 48 | 0.016 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 7 | 3000 | 57 | 0.019 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 10 | 3000 | 64 | 0.021 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 11 | 3000 | 55 | 0.018 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 12 | 3000 | 52 | 0.017 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 13 | 3000 | 49 | 0.016 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 14 | 3000 | 58 | 0.019 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 17 | 3000 | 75 | 0.025 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 18 | 3000 | 62 | 0.021 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 19 | 3000 | 55 | 0.018 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 20 | 3000 | 70 | 0.023 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 21 | 3000 | 56 | 0.019 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 24 | 3000 | 55 | 0.018 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 25 | 3000 | 51 | 0.017 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 26 | 3000 | 65 | 0.022 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 27 | 3000 | 58 | 0.019 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| 28 | 3000 | 53 | 0.018 | 0.0197 | 0.027 | 0.012 |
| TOTAL | 60000 | 1181 | | | | |
| \bar{p} | | 0.0197 | | | | |
| $1 - \bar{p}$ | | 0.9803 | | | | |

Gambar 1. Hasil Perhitungan Batas Kendali Produksi Cacat

Dari hasil perhitungan tabel diatas maka selanjutnya dibuat peta kendali sebagai berikut.



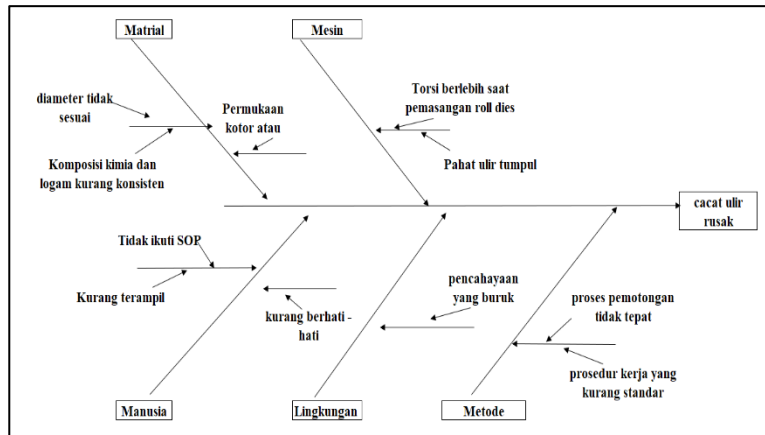
Gambar 3. P-Chart

Dari hasil peta kendali diatas dengan menggunakan *Microsoft excel* dapat diketahui bahwa kecacatan *stud bolt* masih berada dalam batas kendali, hal ini dapat ditunjukkan dengan seluruh titik masih berada dalam batas garis UCL dan LCL sehingga bisa dikatakan bahwa proses terkendali. Akan tetapi penelitian ini tetap dilakukan sebagai upaya untuk lebih menekan terjadinya cacat produk *stud bolt*.

Diagram sebab akibat (*fishbone Diagram*)

Dalam penelitian ini, diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui akibat dari cacat produk *stud bolt* selama proses produksi yang selanjutnya akan dilakukan usulan perbaikan. Diketahui bahwa terdapat lima jenis cacat produk pada *stud bolt* yaitu cacat ulir rusak, panjang tidak sesuai, diameter tidak sesuai, permukaan kasar atau berkarat, bagian coating mengelupas. Berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan Pt. BBN, gambaran *fishbone* diagram kecacatan *stud bolt* sebagai berikut :

a. *Fishbone Diagram* Ulir Rusak



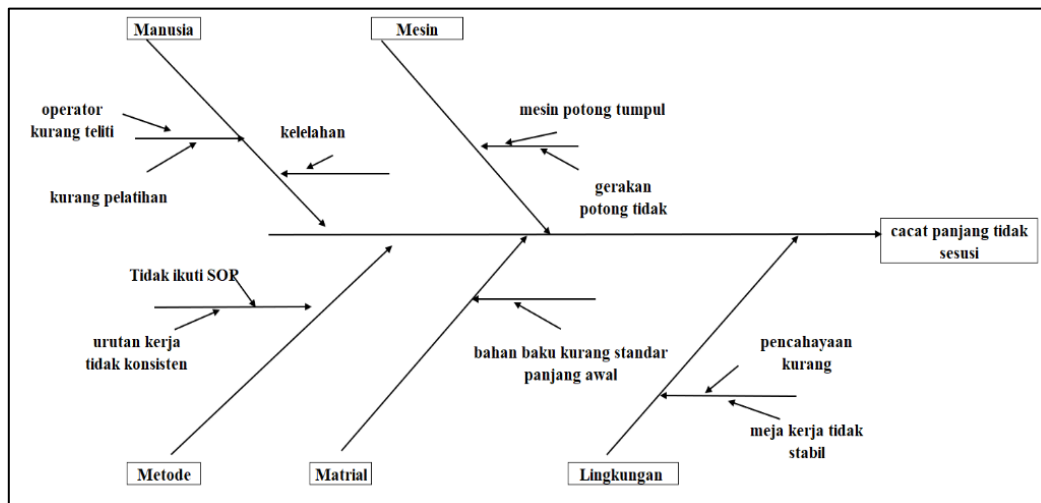
Gambar 4. *Fishbone Diagram* Ulir Rusak

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa penyebab timbulnya kecacatan ulir rusak yaitu faktor material, faktor mesin, faktor lingkungan, faktor metode dan faktor manusia.

Tabel 4. Penjelasan *Fishbone Diagram* Ulir Rusak

| Kategori | Penyebab | Penjelasan |
|------------|---|--|
| Material | Diameter tidak sesuai | Material dengan ukuran diameter tidak tepat dapat menyebabkan ulir tidak terbentuk sempurna. |
| | Komposisi kimia dan logam, kurang konsisten | Variasi dalam komposisi logam memengaruhi kekuatan dan kemampuan pembentukan ulir. |
| | Permukaan kotor atau kasar | Kotoran atau kekasaran pada permukaan menyebabkan kerusakan saat proses |
| Mesin | Torsi berlebih saat pemasangan roll dies | Torsi yang terlalu besar menyebabkan tekanan berlebih yang merusak bentuk ulir. |
| | Pahat ulir tumpul | Alat pembuat ulir yang aus menghasilkan bentuk ulir yang tidak tajam dan tidak presisi. |
| Manusia | Tidak ikuti SOP | Operator yang tidak mengikuti prosedur kerja menyebabkan cacat pada proses pembentukan ulir. |
| | Kurang terampil | Kurangnya keterampilan menyebabkan kesalahan dalam pengaturan mesin atau penggunaan alat. |
| Lingkungan | Pencahayaan yang buruk | Cahaya yang kurang menyebabkan kesalahan visual saat pemotongan dan pembentukan ulir. |
| Metode | Proses pemotongan tidak tepat | Kesalahan pada tahap pemotongan awal menyebabkan ulir tidak bisa dibentuk sempurna. |
| | Prosedur kerja yang kurang standar | Tidak ada standar yang baku dalam proses pembuatan ulir menyebabkan hasil berbeda-beda. |

b. *Fishbone Diagram* cacat panjang tidak sesuai



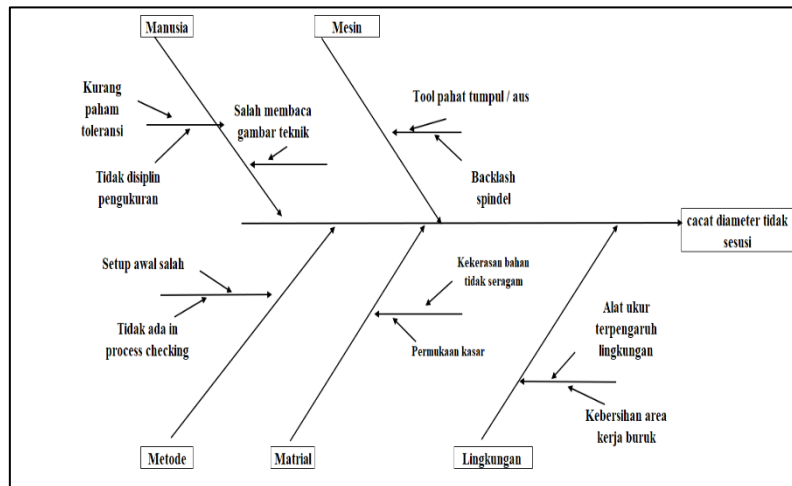
Gambar 5. *Fishbone Diagram* cacat panjang tidak sesuai

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa penyebab timbulnya kecacatan ulir rusak yaitu faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor material dan faktor lingkungan yang mempengaruhi *defect*.

Tabel 5. Penjelasan *Fishbone Diagram* cacat panjang tidak sesuai

| Kategori | Penyebab | Penjelasan |
|------------|--|---|
| Manusia | Operator kurang teliti | Ketidakteelitian dalam pengukuran atau pengaturan alat menyebabkan panjang hasil akhir menyimpang. |
| | Kurang pelatihan | Operator belum mendapat pelatihan memadai mengenai standar kualitas dan teknik pemotongan. |
| | Kelelahan | Kondisi fisik operator yang lelah mengurangi konsentrasi dan akurasi kerja. |
| Mesin | Mesin potong tumpul | Pisau potong yang aus menghasilkan hasil potong yang tidak bersih dan tidak presisi. |
| | Gerakan potong tidak stabil | Mesin tidak bekerja dengan gerakan yang halus dan konsisten, sehingga hasil potongan bervariasi. |
| Metode | Tidak ikuti SOP | Operator mengabaikan prosedur standar, menyebabkan hasil tidak sesuai spesifikasi. |
| | Urutan kerja tidak konsisten | Tahapan kerja dilakukan secara acak atau berbeda antar operator, menyebabkan hasil tidak seragam. |
| Material | Bahan baku kurang standar panjang awal | Bahan baku tidak memiliki panjang awal yang seragam, sehingga hasil potongan akhir juga bervariasi. |
| Lingkungan | Pencahayaannya kurang | Penerangan yang tidak cukup membuat operator kesulitan memastikan panjang yang tepat saat proses pemotongan. |
| | Meja kerja tidak stabil | Ketidakstabilan meja kerja menyebabkan posisi benda kerja berubah saat pemotongan, memengaruhi panjang akhir. |

c. *Fisbone Diagram* cacat diameter tidak sesuai



Gambar 6. *Fisbone Diagram* cacat diameter tidak sesuai

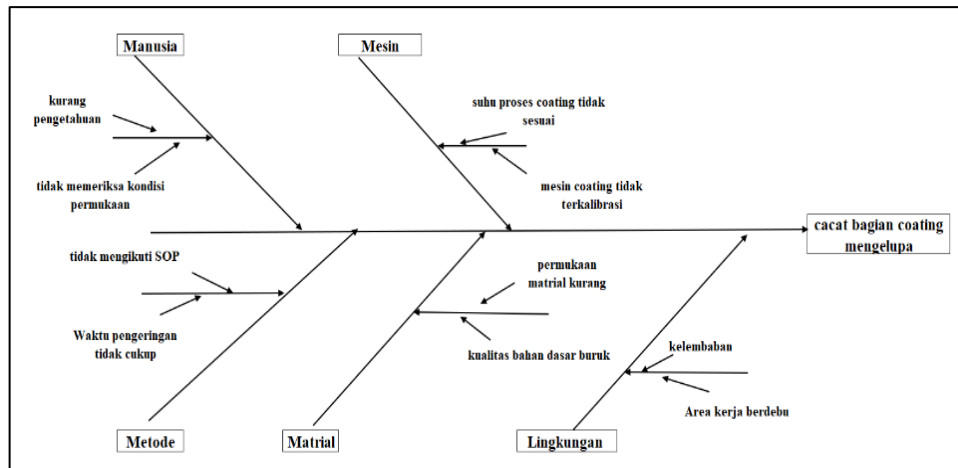
Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa penyebab timbulnya kecacatan ulir rusak yaitu faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor material dan faktor lingkungan.

Tabel 6. Penjelasan *Fisbone Diagram* cacat diameter tidak sesuai

| Kategori | Penyebab | Penjelasan |
|------------|----------------------------------|--|
| Manusia | Kurang paham toleransi | Operator tidak memahami batas toleransi ukuran yang diperbolehkan dalam gambar teknik. |
| | Tidak disiplin pengukuran | Pengukuran tidak dilakukan secara konsisten atau teliti, menyebabkan kesalahan dimensi. |
| | Salah membaca gambar teknik | Kesalahan dalam interpretasi gambar teknik menyebabkan proses pemesinan yang salah. |
| Mesin | Tool pahat tumpul / aus | Alat potong yang aus tidak mampu menghasilkan diameter presisi. |
| | Backlash spindle | Longgar atau keausan pada spindle mesin menyebabkan ketidakakuratan saat pemesinan. |
| Metode | Setup awal salah | Posisi awal benda kerja atau alat tidak tepat, mengakibatkan kesalahan selama proses. |
| | Tidak ada in process checking | Tidak ada pengecekan diameter saat proses berlangsung, sehingga kesalahan tidak terdeteksi sejak dini. |
| Material | Kekerasan bahan tidak seragam | Variasi kekerasan menyebabkan hasil pemotongan yang tidak konsisten. |
| | Permukaan kasar | Permukaan material yang tidak rata menyebabkan dimensi akhir tidak sesuai. |
| Lingkungan | Alat ukur terpengaruh lingkungan | Perubahan suhu, kelembaban, atau debu dapat memengaruhi akurasi alat ukur. |
| | Kebersihan area kerja buruk | Area kerja yang kotor dapat menyebabkan alat dan benda kerja terkontaminasi, sehingga hasil pengukuran atau pemesinan terganggu. |

d. *Fishbone Diagram* permukaan kasar atau berkarat

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa penyebab timbulnya kecacatan ulir rusak yaitu faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor material dan faktor lingkungan.



Gambar 2. Fishbone Diagram permukaan kasar atau berkarat

Tabel 7. Fishbone Diagram permukaan kasar atau berkarat

| Kategori | Penyebab | Penjelasan |
|------------|--|---|
| Manusia | Tidak membersihkan studbolt sebelum coating | Kotoran/sisa oli menyebabkan permukaan tidak rata saat proses pelapisan |
| | Tidak menggunakan APD saat aplikasi pelapis | Pelapisan tidak merata atau rusak karena kontaminasi (tangan, minyak, keringat) |
| | Perlakuan pasca proses yang salah | Misalnya tidak segera dikeringkan setelah pencucian, menyebabkan karat cepat muncul |
| Mesin | Mesin <i>sandblasting</i> / <i>coating</i> tidak dibersihkan | Material lama/berkarat ikut menempel di produk baru |
| | Tekanan mesin <i>coating</i> tidak stabil | Lapisan tidak merata atau tidak menutup sempurna permukaan logam |
| Metode | Tidak dilakukan proses pembersihan sebelum <i>coating</i> | Menyebabkan <i>coating</i> tidak menempel sempurna |
| | Tidak ada proses <i>coating</i> atau <i>antirust</i> sesuai prosedur | Tanpa pelapis, logam cepat teroksidasi dan berkarat |
| | Waktu tunggu antar proses terlalu lama | Produk terpapar udara terlalu lama tanpa perlindungan, menyebabkan oksidasi |
| Material | Bahan baku mudah berkarat (<i>low-grade carbon steel</i>) | Tidak tahan korosi bila tidak langsung dilapisi |
| | Tidak dilapisi dengan bahan antirust dari awal | Bahan rentan teroksidasi dari proses awal |
| Lingkungan | Ventilasi buruk | Udara lembab terjebak dan mempercepat karat |
| | Penyimpanan produk di area terbuka | Terkena hujan/embun sebelum proses <i>coating</i> atau pengemasan |

e. Fishbone Diagram Bagian Coating Mengelupas

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa penyebab timbulnya kecacatan ulir rusak yaitu faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor material dan faktor lingkungan yang mempengaruhi *defect*.

| Kategori | Penyebab | Penjelasan |
|----------|---|--|
| Manusia | Kurang terampil dalam proses coating | Operator tidak mengaplikasikan coating sesuai prosedur (misalnya terlalu tipis atau tidak merata). |
| | Tidak memeriksa kondisi permukaan | Permukaan tidak dibersihkan atau tidak diperiksa sebelum proses <i>coating</i> dimulai. |
| Mesin | Suhu proses coating tidak sesuai | Suhu terlalu rendah atau tinggi saat pelapisan menyebabkan coating tidak merekat dengan baik. |
| | Alat semprot/mesin coating tidak terkalibrasi | Distribusi <i>coating</i> tidak merata menyebabkan area tertentu mudah mengelupas. |

| | | |
|------------|------------------------------------|---|
| Metode | Tidak mengikuti SOP <i>coating</i> | Pelapisan dilakukan tanpa prosedur standar, seperti waktu pengeringan atau ketebalan yang ditentukan. |
| | Waktu pengeringan tidak cukup | <i>Coating</i> belum sepenuhnya kering saat diproses lebih lanjut, sehingga mudah mengelupas. |
| Material | Permukaan material tidak bersih | Minyak, debu, atau karat yang menempel menghambat adhesi <i>coating</i> . |
| | Kualitas bahan dasar buruk | Material dengan permukaan terlalu kasar atau tidak sesuai spesifikasi menyebabkan <i>coating</i> tidak menempel sempurna. |
| Lingkungan | Permukaan material tidak bersih | Minyak, debu, atau karat yang menempel menghambat adhesi <i>coating</i> . |
| | Kualitas bahan dasar buruk | Material dengan permukaan terlalu kasar atau tidak sesuai spesifikasi menyebabkan <i>coating</i> tidak menempel sempurna. |

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil observasi dan analisis permasalahan di lapangan, penulis mengidentifikasi sejumlah faktor penyebab cacat produksi yang dikategorikan dalam lima kelompok utama, yaitu cacat ulir rusak, panjang tidak sesuai, diameter tidak sesuai, permukaan kasar atau berkarat, dan *coating* yang mengelupas. Setiap permasalahan dianalisis dengan pendekatan *fishbone*, untuk merumuskan usulan perbaikan yang bersifat teknis dan sistematis. Usulan ini disusun sebagai langkah preventif dan korektif, guna meningkatkan kualitas produk, efisiensi kerja, dan kepatuhan terhadap standar spesifikasi. Rincian usulan perbaikan dijelaskan pada bagian berikut.

a. Usulan Perbaikan Cacat Ulir Rusak

Permasalahan ulir rusak disebabkan oleh berbagai faktor seperti material, mesin, manusia, metode, dan lingkungan. Dari sisi material, diameter bahan yang tidak sesuai serta komposisi kimia yang kurang konsisten menyebabkan ulir tidak terbentuk sempurna atau mudah rusak. Untuk mengatasinya, perlu seleksi bahan baku berdasarkan spesifikasi diameter dan pengujian komposisi kimia secara berkala oleh QC dan Gudang Material, direncanakan pada Juli 2024.

Dari sisi mesin, torsi berlebih saat pemasangan *roll dies* dan pahat ulir yang tumpul menyebabkan cacat ulir. Solusinya adalah menyetel torsi sesuai standar dan melakukan pengasahan pahat ulir secara rutin oleh teknisi. Sementara itu, dari sisi manusia, ketidaksesuaian dengan SOP, keterampilan rendah, dan kurang kehati-hatian dalam penanganan mengakibatkan proses ulir tidak konsisten. Diperlukan pelatihan ulang SOP, penguatan keterampilan teknis oleh HRD dan pengawasan supervisor produksi.

Dari sisi metode, prosedur kerja yang belum standar serta pemotongan awal yang tidak tepat mengganggu kualitas ulir. Maka, SOP harus direvisi dan disosialisasikan ulang serta mesin potong dikalibrasi ulang. Terakhir, pencahayaan di area kerja yang buruk mengakibatkan kesalahan visual, yang dapat diatasi dengan pemasangan pencahayaan LED di *workstation*.

b. Usulan Perbaikan Panjang Tidak Sesuai

Ketidaksesuaian panjang produk terutama dipicu oleh kelalaian manusia, mesin yang tidak optimal, metode kerja yang tidak baku, material yang tidak konsisten, dan lingkungan kerja yang kurang mendukung. Operator yang kurang teliti atau belum terlatih berisiko menghasilkan potongan yang melebihi atau kurang dari standar. Untuk itu, perlu pelatihan ulang, evaluasi hasil kerja, serta rotasi kerja guna mengurangi kelelahan.

Dari sisi mesin, mata potong yang tumpul dan gerakan potong tidak stabil menyebabkan hasil tidak presisi. Pengasahan dan kalibrasi berkala diperlukan oleh teknisi mesin dan *maintenance*. Dalam hal metode, tidak mengikuti SOP dan urutan kerja yang tidak konsisten menghasilkan variasi hasil. Oleh karena itu, SOP harus disosialisasikan ulang, dan alur kerja perlu di standarisasi.

Dari sisi material, panjang awal bahan baku yang tidak seragam menyebabkan kesalahan potong. Solusinya adalah *sortasi* awal bahan dan pengecekan dimensi oleh QC Material. Sementara itu, pencahayaan buruk menyebabkan operator kesulitan membaca alat ukur, yang dapat diatasi dengan pemasangan lampu LED terang di area kerja.

c. Usulan Perbaikan Diameter Tidak Sesuai

Diameter produk yang tidak sesuai disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Operator yang kurang paham toleransi, tidak disiplin dalam pengukuran, atau salah membaca

gambar teknik mengakibatkan hasil diameter tidak sesuai. Maka, dibutuhkan pelatihan ulang, prosedur pengukuran ganda, serta pengisian form harian pengukuran.

Dari sisi mesin, pahat yang aus atau tumpul dan backlash pada spindle menyebabkan diameter meleset. Pemeriksaan berkala serta penggantian komponen diperlukan. Setup awal mesin yang salah dan tidak adanya in-process checking juga memperparah kondisi. Oleh karena itu, penting untuk standarisasi setup awal dan menambahkan checkpoint pengukuran selama proses produksi.

Material yang keras atau permukaan kasar menyulitkan pemotongan presisi. Uji kekerasan dan treatment awal seperti sanding perlu dilakukan. Lingkungan juga berperan: alat ukur terpengaruh suhu, serta area kerja kotor akan menurunkan akurasi dan mutu. Simpan alat ukur di suhu stabil, dan terapkan kebersihan area kerja dengan pendekatan 5S.

d. Usulan Perbaikan Permukaan Kasar atau Berkarat

Permukaan produk yang kasar atau berkarat disebabkan oleh faktor manusia seperti kebersihan pribadi yang buruk dan tidak menggunakan APD saat proses *coating*. Edukasi kebersihan dan pemakaian APD wajib menjadi solusi utama. Mesin yang kotor atau tekanan semprot yang tidak stabil juga mempengaruhi hasil *coating*. Maka, perlu SOP pembersihan mesin dan kalibrasi sistem semprot.

Dalam metode, waktu tunggu antar proses terlalu lama dan tidak ada tahapan pembersihan sebelum *coating* menyebabkan oksidasi dan kontaminasi. Maka, sinkronisasi proses dan penambahan tahapan *cleaning* sangat penting. Material yang mudah berkarat atau tidak dilapisi *antirust* sejak awal menyebabkan kerusakan sebelum digunakan. Solusinya adalah penyimpanan di tempat tertutup dan pelapisan *antirust* oleh *supplier*.

Lingkungan yang lembab dan penyimpanan di area terbuka mempercepat proses karat. Maka perlu perbaikan ventilasi, penggunaan dehumidifier, serta pemindahan material ke gudang tertutup.

e. Usulan Perbaikan Bagian *Coating* Mengelupas

Lapisan *coating* yang mudah mengelupas disebabkan oleh kurangnya pengetahuan operator, permukaan yang tidak diperiksa, serta suhu dan kalibrasi mesin *coating* yang tidak sesuai. Oleh karena itu, pelatihan ulang teknis *coating*, inspeksi permukaan, kalibrasi sistem pemanas dan ketebalan sangat dibutuhkan.

Tidak mengikuti SOP dan waktu pengeringan yang tidak cukup juga berdampak pada daya lekat lapisan. Maka, SOP *coating* harus ditegakkan melalui audit rutin, serta waktu pengeringan dikontrol dengan *timer* produksi. Material dengan permukaan kasar atau kualitas buruk menyebabkan *coating* sulit menempel. Gunakan material berkualitas dan lakukan *treatment* awal sebelum proses.

Kondisi lingkungan seperti kelembaban tinggi dan area kerja berdebu turut mempengaruhi kualitas *coating*. Penggunaan dehumidifier dan SOP kebersihan harus diterapkan secara ketat agar lapisan *coating* tidak rusak selama maupun setelah proses produksi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengendalian kualitas di PT. Bukit Baja Nusantara telah menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) dengan bantuan alat seperti *check sheet*, histogram, peta kendali, *pareto*, dan *fishbone* diagram. Meskipun demikian, masih ditemukan cacat produk sebesar 1,97% dari total produksi, yang menunjukkan bahwa proses pengendalian belum sepenuhnya efektif. Salah satu faktor utama penyebab cacat adalah keausan komponen mesin serta ketidakkonsistenan operator dalam mengikuti prosedur standar. Untuk meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas, perusahaan perlu melakukan perbaikan menyeluruh melalui beberapa langkah strategis. Pertama, implementasi *preventive maintenance* secara terstruktur sangat penting untuk menjaga kondisi mesin tetap optimal dan mengurangi risiko keausan yang menyebabkan kecacatan produk. Kedua, kalibrasi dan validasi rutin terhadap alat ukur seperti *vernier caliper* dan *micrometer* perlu dilakukan agar hasil pengukuran tetap akurat dan dapat diandalkan. Ketiga, penguatan kompetensi operator melalui pelatihan teknis yang berkelanjutan menjadi kunci dalam meningkatkan kesadaran mutu dan keterampilan kerja. Keempat, seluruh tahapan proses produksi harus memiliki SOP tertulis yang distandarkan dan divisualisasikan di area kerja guna memastikan keseragaman pelaksanaan. Terakhir, perusahaan disarankan untuk mulai menerapkan sistem mutu berbasis data *real-time*, yang memungkinkan setiap temuan cacat dianalisis trennya dan dijadikan dasar pengambilan keputusan secara objektif. Dengan pendekatan tersebut, pengendalian kualitas dapat berjalan lebih efektif, angka cacat dapat ditekan, dan perbaikan berkelanjutan dapat tercapai secara sistematis dan terarah.

Referensi

- [1] W. Wibowo, *Gelombang Modal Asing dan Daya Saing Industri pada Dua Dekade Bergejolak*. 2024.
- [2] K. Mutrofin, D. Ahmad Fajar, dan F. Munawaroh, "Pengembangan Sistem Quality Control Untuk Meningkatkan Efisiensi Dalam Proses Produksi," *J. Khidmatuna ; J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, hal. 1–11, 2024.

- [3] B. Sugito, M. Iqbal, dan Z. Sitorus, “Analisis Metode FMEA Dan SPC Pada Proyeksi Losses Produksi Dan Prediksi Perawatan Pompa Minyak Di PT . Pertamina Ep Zona 1 Rantau Field,” vol. 10, hal. 468–479, 2025.
- [4] M. S. Mahaputra, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Plastik Injeksi dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Kaizen di CV. Gradient Kota Bandung,” *Media Nusant.*, vol. 18, no. 1, hal. 1–16, 2021.
- [5] ahmad Rhamadhan, A. Lawi, dan A. N. K. Pane, “Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Root Cause Analysis (RCA) Pada Produk X di PT. XYZ,” vol. 10, no. 01, hal. 1–7, 2025.
- [6] E. Sulaiman, Y. Prastyo, E. H. Rizaldi, S. Derajat, dan A. Setiawan, “Analisis Faktor Penyebab Reject Pada Produk Abon Layers Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Di Pt Slm Dengan Metode Alat Analis Kualitas,” *J. Manag. Innov. Entrep.*, vol. 2, no. 3, hal. 2226–2237, 2025, doi: 10.70248/jmie.v2i3.2281.
- [7] Ahadya Silka Fajaranie dan A. N. Khairi, “Pengamatan Cacat Kemasan Pada Produk Mie Kering Menggunakan Peta Kendali Dan Diagram Fishbone Di Perusahaan Produsen Mie Kering Semarang, Jawa Tengah,” *J. Pengolah. Pangan*, vol. 7, no. 1, hal. 7–13, 2022, doi: 10.31970/pangan.v7i1.69.