

Usulan Penerapan Metode Six Sigma Dalam Peningkatan Kualitas Untuk Meminimasi Kecacatan Produk Kabel Nym 2 X 1.5 Mm Di PT. XYZ

Angga TitoSyahputro ¹⁾, Ni Made Sudri ²⁾

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Indonesia

¹⁾ anggasyahputra441@gmail.com

²⁾ madesudri23@gmail.com

ABSTRACT

In the increasingly competitive industrial sector today, companies must strive to meet and maintain customer needs. PT. XYZ is a manufacturing company focused on cable production, one of which is the NYM 2 x 1.5 mm product, which has defects in its production process. To identify the factors causing product defects, a production quality control analysis is used. Six Sigma is a quality control tool that can measure the performance level of industrial systems, allowing for corrective actions to be taken. In its implementation, Six Sigma follows the DMAIC steps (Define, Measure, Analyze, and Improve). Meanwhile, FMEA (Failure Mode & Effect Analysis) is used to identify potential failures and the RPN values. Based on the analysis using the Pareto diagram, three priority defect types were identified: 21% for bulging cables, 18% for frayed cables, and 17% for rough surfaces. The FMEA results showed the highest RPN value for bulging cables due to poor material quality, for frayed cables due to machine errors, and for rough surfaces due to unstable material temperature. Recommended improvements based on the highest RPN results to reduce product defects include using lubricant on the nipple part to mitigate the effects of poor material, conducting regular machine inspections and repairs to address machine errors, and performing strict checks and tests on incoming materials to resolve unstable temperature issues.

Keywords: Quality Control, Six Sigma, DMAIC, FMEA

ABSTRAK

Pada sektor industri yang semakin kompetitif saat ini perusahaan harus berusaha untuk memenuhi dan mempertahankan kebutuhan pelanggan. PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang berfokus pada produksi kabel, salah satunya adalah produk NYM 2 x 1,5 mm yang dimana didalam produksinya terdapat *defect*. Untuk mengetahui faktor penyebab kecacatan produk maka digunakan suatu analisis pengendalian kualitas produksi. *Six Sigma* merupakan alat pengendalian kualitas yang dapat mengukur tingkat kinerja sistem industri yang memungkinkan untuk dilakukan tindakan perbaikan. Dalam implementasinya *Six Sigma* mempunyai langkah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, dan Improve*). Sedangkan FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan nilai RPN. Berdasarkan hasil *analyze* menggunakan diagram pareto didapatkan 3 jenis *defect* prioritas, yaitu *defect* kabel bejol 21%, *defect* kabel terkelupas 18%, dan *defect* permukaan kasar 17%. Pada hasil FMEA didapatkan nilai RPN tertinggi pada *defect* kabel benjol yaitu kualitas material buruk, pada *defect* kabel terkelupas yaitu mesin *error* dan pada *defect* permukaan kasar yaitu temperatur material labil. Usulan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil RPN tertinggi untuk mengurangi kecacatan pada produk yaitu menggunakan pelumas pada bagian nipple untuk menyisihkan die droll pada penyebab material buruk, melakukan inspeksi & perbaikan mesin secara berkala pada penyebab mesin *error*, serta melakukan pengecekan dan pengujian *incoming* material secara ketat pada penyebab temperatur labil.

Kata Kunci: Pengendalian Kualitas, *Six Sigma*, DMAIC, FMEA

A. PENDAHULUAN

Pada sektor industri yang semakin kompetitif saat ini, Perusahaan di Indonesia kini menyadari perubahan orientasi kualitas pelanggan. Perusahaan harus dapat bertahan dan bersaing dengan perusahaan sejenis dalam persaingan industri yang ketat. Akibatnya, perusahaan harus berusaha untuk memenuhi dan mempertahankan kebutuhan pelanggan. Kualitas dalam industri manufaktur tidak hanya ditekankan pada produk akhir yang dihasilkan, tetapi juga pada kualitas proses produksi. Sebenarnya, kualitas bukanlah hanya tentang produk akhir yang terbaik, melainkan lebih penting untuk memperhatikan proses pembuatan atau produk yang masih dalam proses (Fajri Anasrul, 2022). Untuk memenuhi kebutuhan industri, penting untuk memiliki lini produksi yang mendukung selama prosesnya berlangsung. Dalam rangka mencapai kinerja proses produksi yang optimal dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, maka perbaikan diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi (Ridwan et al., 2020).

PT. XYZ mengalami pertumbuhan yang signifikan dan menjadi perusahaan terkemuka dalam industri pembuatan kabel. Hal ini terbukti dengan banyaknya pesanan kabel dari perusahaan-perusahaan besar di Indonesia. Ada pun berbagai masalah yang dihadapi perusahaan adalah banyaknya produk cacat yang mengakibatkan ruginya suatu perusahaan. Salah satu produk yang bermasalah yaitu kabel NYM 2 x 1,5 mm, selama 2023 dengan perolehan cacat rata – rata sebanyak 4,6%, hasil tersebut melebihi standar toleransi perusahaan yaitu sebesar 4,4% setiap tahunnya. Hal ini desebabkan oleh cacat kabel benjol, kabel terkelupas, permukaan kasar, *marking kabel*, kabel putus, isolasi tidak *center*, dan *demage insulation*. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan dengan mengaplikasikan metode *Six Sigma* menggunakan pendekatan DMAIC diharapkan untuk dapat mengevaluasi dan memperbaiki kualitas pada produk kabel NYM 2 x 1,5 mm dalam pengendalian kualitas.

B. DASAR TEORI

A. Kualitas

Kualitas dapat didefinisikan sebagai *fitness for use* yang mencakup kesesuaian antara fungsi produk dan kebutuhan. Dalam konteks kualitas, terdapat hal penting yang perlu diperhatikan, yaitu fitur produk yang memenuhi kebutuhan dan memberikan kepuasan pada konsumen, serta bebas dari kekurangan atau kecacatan (Tambunan et al., 2020). Kualitas merupakan tanggung jawab yang penting dalam operasi, karena memiliki dampak yang luas terhadap organisasi. Keputusan terkait kualitas harus memastikan bahwa kualitas diperhatikan secara langsung pada setiap tahap operasi, seperti penerapan standar, desain peralatan, pelatihan karyawan, dan pengawasan produk atau jasa yang dihasilkan. Kualitas mencakup semua fitur dan karakteristik sebuah produk atau jasa yang bergantung pada kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang dijanjikan dan tersirat (Juwito & Al-Faritsyi, 2022).

B. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah sarana yang digunakan oleh manajemen dalam sebuah organisasi untuk memperbaiki kualitas produk jika diperlukan. Pengendalian kualitas merupakan suatu teknik dan tindakan yang direncanakan yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan memenuhi kepuasan konsumen (Tambunan et al., 2020). Pengendalian kualitas merupakan metode yang digunakan untuk menjaga kualitas produk agar tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Oleh karena itu pengendalian kualitas sangat penting dilakukan karena merupakan salah satu faktor kunci keberhasilan perusahaan dalam menjaga kualitas produk yang dihasilkan (Sugiantini et al., 2022).

C. Tujuan Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas memiliki tujuan untuk dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar yang ditetapkan. Adapun tujuan dari pengendalian kualitas adalah sebagai berikut (Tambunan et al., 2020):

1. Untuk memastikan bahwa barang yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Bertujuan untuk mengurangi biaya inspeksi dengan seefisien mungkin.

3. Mengurangi biaya desain produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi seefisien mungkin.
4. Mengusahakan untuk mengurangi biaya produksi seefisien mungkin.

D. Six Sigma

Six Sigma merupakan salah satu alat pengendalian kualitas yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan Motorola, Honeywell, Dan General Electric. Pada awal tahun 1980-an, Motorola Inc terus menderita kekalahan di pasar yang kompetitif dan akhirnya kehilangan pangsa pasarnya karena perbedaan kualitas dengan perusahaan Jepang pada saat itu. Pada tahun 1981, Motorola menghadapi tantangan tersebut dengan melakukan evaluasi kualitas sebanyak lima kali dalam kurun waktu lima tahun, tetapi upaya tersebut tidak berhasil. Kemudian, dibawah kepimpinan Bob Galvin sebagai CEO, Motorola memutuskan untuk menangani kualitas secara serius dengan mengembangkan suatu proses yang konsisten berdasarkan pendekatan statistik (Tambunan et al., 2020).

Six Sigma merupakan suatu metode pengendalian kualitas yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dalam proses produksi suatu perusahaan dengan menggunakan nilai sigma sebagai acuan. Metode ini bertujuan untuk menghilangkan cacat produksi, mengurangi waktu pembuatan produk, dan meminimalkan biaya produksi, sehingga hasil akhir produk memiliki tingkat kegagalan yang sangat rendah atau bahkan hampir tidak ada. Menurut Peter S. Pande, Robert P. Neuman, dan Roland R. Cavanagh dalam bukunya yang berjudul “*The Six Sigma Way*”, *Six Sigma* merupakan sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan kesuksesan bisnis (Agrina, 2023).

E. Failure Mode & Effect Analysis

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) adalah metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan dan dampaknya dalam proses perancangan suatu pekerjaan. FMEA terdiri dari sebuah dokumen yang berisi poin-poin kunci dalam proses perancangan yang berpotensi mengalami kegagalan (Sari & Vikaliana, 2021). Analisis FMEA juga membantu mengidentifikasi kekurangan dalam proses tersebut. Sehingga para *engineer* dapat fokus

pada pengendalian untuk mengurangi produksi produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau meningkatkan deteksi terhadap produk yang tidak sesuai tersebut. Selain itu, proses FMEA juga membantu menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan dalam proses tersebut (Resiko et al., 2024). Dalam FMEA terdapat tiga proses variabel utama yang meliputi *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga proses ini digunakan untuk menghitung nilai peringkat keseriusan pada mode gagal potensial (RPN) (Rizky Dwi Hardianto & Nuriyanto, 2023).

C. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Data

1. Data primer merupakan data pokok yang digunakan untuk pengolahan data yang diperoleh secara langsung melalui proses pengamatan dilapangan. Pada data ini yang digunakan adalah data jenis dan jumlah *defect* produk kabel NYM 2 x 1,5 mm periode Januari 2023 – Desember 2023.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari pengumpulan dokumen-dokumen atau arsip yang dimiliki oleh perusahaan pada produk NYM 2 x 1,5 mm.

B. Metode Pengumpulan Data

1. Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara secara langsung kepada pihak-pihak berhubungan dengan objek yang akan diteliti yaitu produk NYM 2 x 1,5 mm.
2. Studi literatur dilakukan dengan maksud memperoleh pemahaman secara teoritis mengenai metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan penelitian ini.

C. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Tahapan dalam pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *Six Sigma*, dalam implementasinya terdapat lima langkah sistematis yang terdiri dari fase *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control*, berikut ini penjelasan dari tahapan tersebut (Bayu Nur Kuncoro, 2023):

1. Tahap *Define*

Define merupakan tahap pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yang berfungsi sebagai langkah operasional.

Pada tahap ini, penting untuk mendefinisikan proses kunci beserta interaksinya serta mengidentifikasi pelanggan yang terlibat dalam setiap proses tersebut. Untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik, digunakanlah diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Costomer*) yang berguna dalam upaya meningkatkan proses.

2. Tahap *Measure*

Tahap *Measure* melibatkan pengukuran tingkat cacat dan kinerja. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan persebaran data yang ada menggunakan Peta Kendali P (*Control Chart*).
- Pengukuran *baseline kinerja*, pengukuran kinerja awal dilakukan dengan menggunakan DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan tingkat sigma. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi tingkat kinerja proses saat ini, yang kemudian dapat menjadi acuan dalam mengambil tindakan perbaikan

3. Tahap *Analyze*

Tahap *Analyze* melibatkan identifikasi dan penentuan penyebab suatu masalah. Bawa terdapat dua sumber *input* yang digunakan dalam menentukan penyebab masalah, yaitu analisis data menggunakan diagram pareto, serta analisis proses menggunakan diagram *fishbone* & analisis FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*).

4. Tahap *Improve*

Dalam tahap ini, setelah masalah utama dan penyebab dominan diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menetapkan target yang ingin capai.

5. Tahap *Control*

Tahap ini dilakukan untuk mengawasi proses setelah dilakukan perbaikan. Tujuan dari tahap ini adalah mengendalikan proses produksi sesuai dengan langkah-langkah yang dilakukan pada tahap *analyze*. Hal ini dilakukan agar semua langkah perbaikan dapat dijalankan dengan baik.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan pengolahan data serta hasil analisis data yang didapatkan.

A. Tahap *Define*

Define merupakan tahap awal dalam siklus DMAIC yang dilakukan untuk mengidentifikasi

data yang diperoleh. Sehingga pada tahap ini dilakukan pembuatan diagram SIPOC untuk identifikasi semua proses yang terlibat, mulai dari urutan hingga interaksinya satu sama lain, serta semua elemen yang terlibat dalam setiap proses. Berikut diagram SIPOC untuk proses produksi kabel NYM 2 x 1,5 mm pada departemen *low voltage*:

Tabel 1. Tabel Diagram SIPOC

| Supplier | Input | Process | Output | Customer |
|----------|---------------------------------------|---|-------------------------------|-------------|
| Vendor | Copper Conductor, Poly Vinyl Chloride | Drawing, Insulating, Cabling, Inner Sheathing, Outer Sheathing, Rewinding | Cable LV – Cu NY M 2 x 1,5 mm | Finish good |

(Sumber: Perusahaan)

Berdasarkan diagram diatas penulis dapat melihat elemen apa saja yang terlibat dalam proses pembuatan kabel NYM 2 x 1,5 mm di departemen *low voltage*, seperti:

- *Supplier*

Dalam menunjang proses produksi, perusahaan berkerja sama dengan berbagai *vendor* untuk menyediakan material-material atau bahan baku yang diperlukan selama proses produksi.

- *Input*

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi kabel yaitu berupa *copper conductor* dan *poly vinyl chloride*.

- *Process*

Pada bagian proses terdapat alur proses yang dilakukan dalam pembuatan produk kabel NYM 2 x 1,5 mm yaitu *Drawing*, *Insulating*, *Cabling*, *Inner Sheathing*, *Outer Sheathing*, dan *Rewinding*,

- *Output*

Proses produksi yang dilakukan menghasilkan berupa kabel NYM 2 x 1,5 mm yang sudah melewati tahap akhir dari proses produksi yaitu *final test*.

- *Customer*

Customer pada departemen *low voltage* yaitu departemen *finish good* yang akan *delivery* produk kepada *customer* atau distributor yang sudah melakukan pemesanan terlebih dahulu.

B. Tahap Measure

Pada tahap ini akan mengidentifikasi penentuan kestabilan proses dengan menggunakan peta kendali (P-Chart), pengukuran kinerja dilakukan dengan perhitungan DPMO (*Defects Per Million Oppoertunities*) dan nilai tingkat kapabilitas sigma.

1. Identifikasi Penentuan Kestabilan Proses

Uji keseragaman data diperlukan untuk mengetahui apakah proses sudah berada dalam

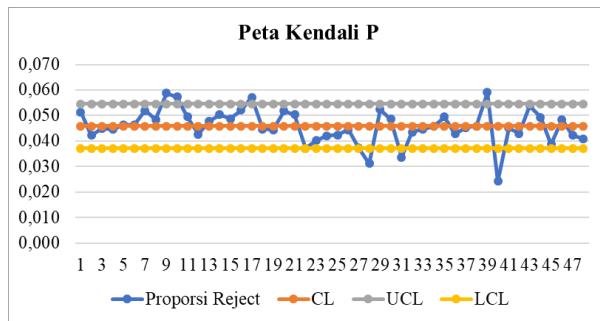
keadaan stabil atau tidak. Suatu proses berada dalam keadaan stabil jika hanya terjadi variasi penyebab umum yang mempengaruhi proses produksi, dimana proses dilakukan apakah melewati batas kendali dari peta kendali atau tidak, jika ada proses yang melewati peta kendali maka proses tersebut dinyatakan mempunyai variasi. Berikut perhitungan peta kendali P-chart pada proses NYM 2 x 1,5 mm:

Tabel 2. Peta Kendali-P

| Subgroup | Total | Defect | Proporsi Defect (P) | $3\sigma = 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$ | UCL | LCL | CL (\bar{P}) |
|----------|--------|---------|---------------------|---|--------|--------|------------------|
| 1 | 175100 | 8981,0 | 0,0513 | 0,0066 | 0,0525 | 0,0393 | 0,0459 |
| 2 | 198500 | 8392,2 | 0,0423 | 0,0069 | 0,0527 | 0,0390 | 0,0459 |
| 3 | 181550 | 8164,7 | 0,0450 | 0,0069 | 0,0528 | 0,0389 | 0,0459 |
| 4 | 135800 | 6057,8 | 0,0446 | 0,0081 | 0,0540 | 0,0378 | 0,0459 |
| 5 | 231200 | 10744,0 | 0,0465 | 0,0061 | 0,0520 | 0,0398 | 0,0459 |
| 6 | 110550 | 5112,1 | 0,0462 | 0,0088 | 0,0547 | 0,0371 | 0,0459 |
| 7 | 137400 | 7142,2 | 0,0520 | 0,0074 | 0,0533 | 0,0385 | 0,0459 |
| 8 | 87600 | 4244,0 | 0,0484 | 0,0096 | 0,0555 | 0,0363 | 0,0459 |
| 9 | 103450 | 6075,9 | 0,0587 | 0,0081 | 0,0539 | 0,0378 | 0,0459 |
| 10 | 91000 | 5220,7 | 0,0574 | 0,0087 | 0,0546 | 0,0372 | 0,0459 |
| 11 | 170000 | 8403,4 | 0,0494 | 0,0068 | 0,0527 | 0,0390 | 0,0459 |
| 12 | 205850 | 8769,0 | 0,0426 | 0,0067 | 0,0526 | 0,0392 | 0,0459 |
| 13 | 67900 | 3237,9 | 0,0477 | 0,0110 | 0,0569 | 0,0349 | 0,0459 |
| 14 | 69750 | 3509,5 | 0,0503 | 0,0106 | 0,0565 | 0,0353 | 0,0459 |
| 15 | 72000 | 3506,9 | 0,0487 | 0,0106 | 0,0565 | 0,0353 | 0,0459 |
| 16 | 92350 | 4808,6 | 0,0521 | 0,0091 | 0,0549 | 0,0368 | 0,0459 |
| 17 | 169750 | 9709,5 | 0,0572 | 0,0064 | 0,0523 | 0,0395 | 0,0459 |
| 18 | 322450 | 14400,9 | 0,0447 | 0,0052 | 0,0511 | 0,0407 | 0,0459 |
| 19 | 100000 | 4432,8 | 0,0443 | 0,0094 | 0,0553 | 0,0365 | 0,0459 |
| 20 | 182500 | 9462,9 | 0,0519 | 0,0065 | 0,0523 | 0,0394 | 0,0459 |
| 21 | 117500 | 5913,8 | 0,0503 | 0,0082 | 0,0541 | 0,0377 | 0,0459 |
| 22 | 70000 | 2603,4 | 0,0372 | 0,0123 | 0,0582 | 0,0336 | 0,0459 |
| 23 | 92000 | 3698,3 | 0,0402 | 0,0103 | 0,0562 | 0,0356 | 0,0459 |
| 24 | 108050 | 4541,4 | 0,0420 | 0,0093 | 0,0552 | 0,0366 | 0,0459 |
| 25 | 140000 | 5939,7 | 0,0424 | 0,0081 | 0,0540 | 0,0377 | 0,0459 |
| 26 | 112500 | 4994,0 | 0,0444 | 0,0089 | 0,0548 | 0,0370 | 0,0459 |
| 27 | 62500 | 2331,0 | 0,0373 | 0,0130 | 0,0589 | 0,0329 | 0,0459 |
| 28 | 50000 | 1561,2 | 0,0312 | 0,0159 | 0,0618 | 0,0300 | 0,0459 |
| 29 | 87300 | 4572,4 | 0,0524 | 0,0093 | 0,0552 | 0,0366 | 0,0459 |
| 30 | 182350 | 8868,1 | 0,0486 | 0,0067 | 0,0526 | 0,0392 | 0,0459 |
| 31 | 100100 | 3366,4 | 0,0336 | 0,0108 | 0,0567 | 0,0351 | 0,0459 |
| 32 | 170000 | 7399,1 | 0,0435 | 0,0073 | 0,0532 | 0,0386 | 0,0459 |
| 33 | 135500 | 6048,3 | 0,0446 | 0,0081 | 0,0540 | 0,0378 | 0,0459 |
| 34 | 163000 | 7446,6 | 0,0457 | 0,0073 | 0,0532 | 0,0386 | 0,0459 |
| 35 | 125000 | 6184,5 | 0,0495 | 0,0080 | 0,0539 | 0,0379 | 0,0459 |
| 36 | 125000 | 5348,3 | 0,0428 | 0,0086 | 0,0545 | 0,0373 | 0,0459 |
| 37 | 120000 | 5428,4 | 0,0452 | 0,0085 | 0,0544 | 0,0374 | 0,0459 |
| 38 | 174100 | 7975,9 | 0,0458 | 0,0070 | 0,0529 | 0,0389 | 0,0459 |
| 39 | 75200 | 4442,2 | 0,0591 | 0,0094 | 0,0553 | 0,0365 | 0,0459 |
| 40 | 74800 | 1807,8 | 0,0242 | 0,0148 | 0,0607 | 0,0311 | 0,0459 |
| 41 | 179990 | 8127,6 | 0,0452 | 0,0070 | 0,0529 | 0,0389 | 0,0459 |
| 42 | 142600 | 6128,0 | 0,0430 | 0,0080 | 0,0539 | 0,0379 | 0,0459 |

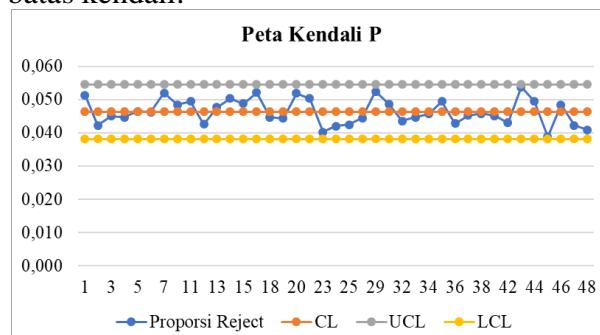
| | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 43 | 158400 | 8518,1 | 0,0538 | 0,0068 | 0,0527 | 0,0391 | 0,0459 |
| 44 | 164750 | 8136,2 | 0,0494 | 0,0070 | 0,0529 | 0,0389 | 0,0459 |
| 45 | 122200 | 4736,2 | 0,0388 | 0,0091 | 0,0550 | 0,0368 | 0,0459 |
| 46 | 102900 | 4985,3 | 0,0484 | 0,0089 | 0,0548 | 0,0370 | 0,0459 |
| 47 | 84450 | 3563,8 | 0,0422 | 0,0105 | 0,0564 | 0,0354 | 0,0459 |
| 48 | 115000 | 4702,6 | 0,0409 | 0,0092 | 0,0550 | 0,0367 | 0,0459 |
| TOTAL | 6.259.890 | 289.744,4 | 2,2030 | 0,41762 | 2,6206 | 1,7853 | - |
| RATA-RATA | | | | 0,0546 | 0,0372 | | |

(Sumber: Pengolahan Data)

**Gambar 1.** Grafik Peta Kendali-P

(Sumber: Pengolahan Data)

Pada tabel dan grafik peta kendali p diatas menunjukkan bahwa adanya variasi yang terjadi pada saat proses produksi yang dihasilkan perusahaan dalam keadaan yang tidak stabil (*out of control*). Hal ini menyebabkan data yang *out of control* tidak bisa dimasukkan kedalam perhitungan kapabilitas proses dikarenakan data tersebut tidak termasuk dalam spesifikasi. Kapabilitas proses merupakan perhitungan kemampuan suatu proses dalam memenuhi spesifikasi. Kapabilitas proses ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa batas kendali dan batas spesifikasi selaras. Oleh karena itu harus dilakukan iterasi dengan menghilangkan data yang *out of control*. Berikut grafik peta kendali P yang dimana sudah berada dalam batas kendali:

**Gambar 2.** Grafik Peta Kendali-P Iterasi
(Sumber: Pengolahan Data)

2. Perhitungan Nilai DPMO dan Kapabilitas Sigma

Dari tabel perhitungan diatas didapatkan nilai DPMO dan nilai sigma sebagai berikut:

$$\text{- Defect Per Unit (DPU)} = \frac{252.626,3}{5.463.090} = 0,0462$$

$$\text{- Total Opportunitiess (TOP)} = 5.463.090 \times 7 = 38.241.630$$

$$\text{- Defect Per Opportunities (DPO)} = \frac{252.626,3}{38.241.630} = 0,0066$$

$$\text{- Defect Per Million Opportunities (DPMO)} = 0,0066 \times 1000000 = 6606,055$$

$$\text{- Nilai Sigma (Ms. Excel)} = \text{NORMSINV}((1000000 - 6606,055)/1000000) + 1,5 = 3,978$$

Berdasarkan perhitungan diatas menunjukkan nilai bahwa nilai kapabilitas sigma perusahaan saat ini sebesar 3,978, sedangkan untuk nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities* sebesar 6606,055 yang berarti bahwa dalam satu juta kali kesempatan terjadi *defect* sebanyak 6606,055. Jika perusahaan tidak memperbaiki proses produksinya untuk mengurangi tingkat kerusakan produk NYM 2 x 1,5 mm, maka hal ini akan menjadi kerugian bagi perusahaan. Perlu dilakukan suatu analisa dan usaha perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk sehingga dapat meningkatkan nilai sigma.

C. Tahap Analyze

Tahap *analyze* merupakan langkah ketiga setelah langkah *measure*, pada tahap ini dilakukan identifikasi *defect* yang dominan terjadi pada produk NYM 2 x 1,5 mm menggunakan diagram pareto. Selanjutnya dilakukan analisa faktor – faktor yang paling berpengaruh terhadap penyebab *defect* pada proses produksi dengan menggunakan diagram *fishbone* dan analisis FMEA

1. Diagram Pareto

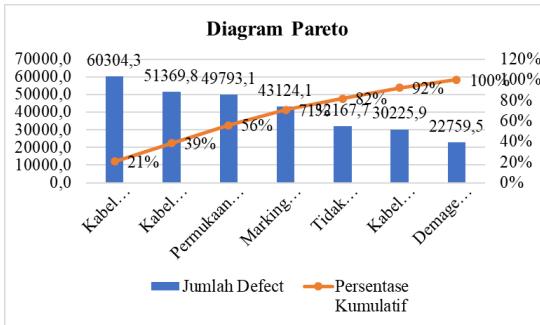
Diagram pareto digunakan untuk memecahkan masalah *defect* yang prioritas terjadi pada produk kabel NYM 2 x 1,5 mm. Berikut ini adalah hasil diagram pareto:

Tabel 3. Diagram Pareto

| No | Jenis Defect | Jumlah Defect | Frekuensi Kumulatif | Persentase | Persentase Kumulatif |
|----|------------------|---------------|---------------------|------------|----------------------|
| 1 | Kabel Benjol | 60.304,3 | 60304,3 | 21% | 21% |
| 2 | Kabel Terkelupas | 51.369,8 | 111674,1 | 18% | 39% |
| 3 | Permukaan Kasar | 49.793,1 | 161467,2 | 17% | 56% |
| 4 | Marking Kabel | 43.124,1 | 204591,4 | 15% | 71% |
| 5 | Tidak Center | 32.167,7 | 236759,1 | 11% | 82% |
| 6 | Kabel Putus | 30.225,9 | 266984,9 | 10% | 92% |
| 7 | Damage Isolasi | 22.739,5 | 289744,4 | 8% | 100% |
| | Total | 289.744,4 | - | 100% | - |

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari data perhitungan diatas maka langkah selanjutnya membuat diagram pareto dari jumlah *defect* produk NYM 2 x 1,5 mm dengan presentase kumulatif. Maka berikut ini diagram pareto berdasarkan perhitungan diatas:

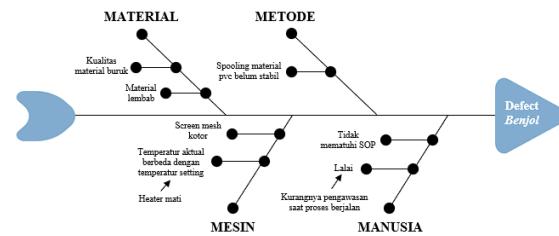


Gambar 3. Diagram Pareto
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil **Gambar 4.7** diagram pareto diatas didapatkan tiga prioritas masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini yaitu pada urutan pertama *defect* kabel benjol menghasilkan sebanyak 60.304,3 m dengan presentase sebesar 21%, lalu *defect* kabel terkelupas menghasilkan sebanyak 51.369,8 dengan presentase sebesar 18%, dan yang terakhir yaitu *defect* permukaan kasar menghasilkan sebanyak 49.793,1 dengan presentase sebesar 17%.

2. Diagram Fishbone

Dalam pembuatan diagram *fishbone* dilakukan wawancara guna mencari faktor-faktor penyebab *defect* kabel benjol, *defect* kabel terkelupas, *defect* permukaan kasar dengan bagian produksi yang berkaitan langsung dalam proses produksi produk kabel NYM 2 x 1,5 mm. berikut ini adalah diagram *fishbone* untuk *defect* kabel benjol, *defect* kabel terkelupas, dan *defect* permukaan kasar:

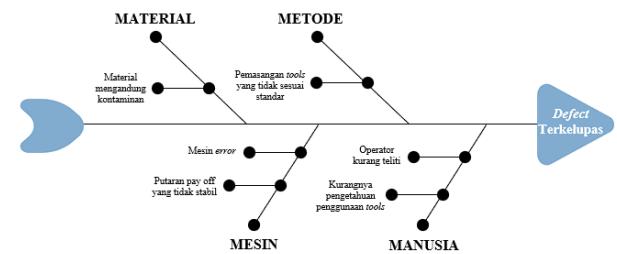


Gambar 4. Fishbone Defect Benjol

(Sumber: Pengolahan Data)

Berikut adalah uraian mengenai penyebab terjadinya *defect* kabel benjol pada proses produksi NYM 2 x 1,5 mm berdasarkan diagram *fishbone* diatas:

1. Faktor manusia dalam penyebab *defect* kabel benjol yaitu operator tidak mematuhi SOP dengan baik, serta lalai dalam melakukan pengawasan saat proses berjalan.
2. Faktor metode dalam penyebab *defect* kabel benjol yaitu pada saat spooling material pvc belum stabil.
3. Faktor mesin dalam penyebab *defect* kabel benjol yaitu screen mesh pada mesin kotor dan temperatur aktual berbeda dengan temperatur yang di *setting* yang di sebabkan oleh *heater* mati.
4. Faktor material dalam penyebab *defect* kabel benjol yaitu kualitas material pvc buruk dan material pvc lembab.



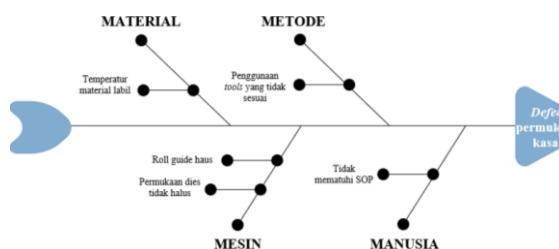
Gambar 5. Fishbone Defect Terkelupas

(Sumber: Pengolahan Data)

Berikut adalah uraian mengenai penyebab terjadinya *defect* kabel terkelupas pada proses produksi NYM 2 x 1,5 mm berdasarkan diagram *fishbone* diatas:

1. Faktor manusia dalam penyebab *defect* kabel terkelupas yaitu operator kurang teliti dan kurangnya pengetahuan dalam penggunaan *tools*.
2. Faktor metode dalam penyebab *defect* kabel terkelupas yaitu pemasangan *tools* yang tidak sesuai dengan standar.
3. Faktor mesin dalam penyebab *defect* kabel terkelupas yaitu mesin *error* dan putaran pay off yang tidak stabil.

4. Faktor material dalam penyebab *defect* kabel terkelupas yaitu material mengandung kontaminan.



Gambar 6. Fishbone Defect Permukaan Kasar
(Sumber: Pengolahan Data)

Berikut adalah uraian mengenai penyebab terjadinya *defect* permukaan kasar pada proses produksi NYM 2 x 1,5 mm berdasarkan diagram *fishbone* diatas:

1. Faktor manusia dalam penyebab *defect* kabel permukaan kasar yaitu operator tidak mematuhi SOP.

2. Faktor metode dalam penyebab *defect* kabel permukaan kasar yaitu penggunaan *tools* yang tidak sesuai.
3. Faktor mesin dalam penyebab *defect* kabel permukaan kasar yaitu permukaan dies tidak halus dan roll guide haus.
4. Faktor material dalam penyebab *defect* kabel permukaan kasar yaitu temperatur material labil.

3. Analisis FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*)

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) digunakan untuk melihat mode kegagalan mana yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi pada produk NYM 2 x 1,5mm. Berikut ini merupakan hasil FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yang diperoleh:

Tabel 4. FMEA Kabel Benjol

| Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Efek dari kegagalan | S | O | D | RPN | Rekomendasi Perbaikan |
|-----------------|---|--|---|---|----|-----|---|
| Kabel benjol | Kualitas material buruk | Material menghasilkan die droll (kotoran) | 7 | 7 | 9 | 441 | Inspeksi material <i>incoming</i> dan menggunakan pelumas pada bagian nipple untuk menyisihkan die droll. |
| | Heater mati | Material pvc tidak dapat <i>melting</i> secara sempurna | 9 | 4 | 10 | 360 | Melakukan inspeksi & <i>maintenance part heater</i> secara berkala. |
| | Screen mesh kotor | Menyebabkan kerak menumpuk dan tercampur dengan material pvc | 8 | 5 | 5 | 200 | Melakukan inspeksi dan penggantian screen mesh setiap 20km proses. |
| | Material lembab | Material terkontaminasi dengan air | 8 | 4 | 4 | 128 | Inspeksi material & <i>drying</i> material jika lembab. |
| | Spooling material pvc belum stabil | Terdapat material yang belum sesuai standar yang mengakibatkan produk tidak sesuai spesifikasi | 6 | 4 | 3 | 72 | Membuat <i>operational standart</i> & memberikan pelatihan mengenai standar spooling. |
| | Kurangya pengawasan saat proses berjalan saat proses berjalan | Operator lalai dalam menjaga proses produksi | 6 | 3 | 3 | 54 | Memperketat pengawasan terhadap operator. |

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 5. FMEA Kabel Terkelupas

| Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Efek dari kegagalan | S | O | D | RPN | Rekomendasi Perbaikan |
|------------------|--------------------------------|--|----|---|----|-----|---|
| Kabel terkelupas | Mesin <i>error</i> | Ampere mesin tidak stabil dapat menyebabkan proses tidak konstan | 10 | 4 | 10 | 400 | Melakukan inspeksi & perbaikan mesin secara berkala |
| | Material mengandung kontaminan | Produk akan mengalami <i>defect</i> terkelupas | 7 | 5 | 8 | 280 | Melakukan pengujian <i>incoming</i> material secara ketat |

| | | | | | | | |
|--|---|--|---|---|---|-----|--|
| | Putaran pay off yang tidak stabil | Tarikan kabel menjadi tersendat | 8 | 4 | 4 | 128 | Melakukan inspeksi & <i>maintenance</i> tension angin pada rem pay off secara berkala |
| | Pemasangan <i>tools</i> yang tidak sesuai standar | Pemasangan dies yang tidak sesuai membuat kabel terkelupas | 7 | 3 | 4 | 84 | Membuat <i>operational standart</i> & memberikan pelatihan mengenai standar pemasangan dies. |
| | Operator kurang teliti | Operator lalai dalam melakukan proses produksi | 6 | 3 | 3 | 54 | Refresh training operator terkait pentingnya kualitas produk. |

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 6. FMEA Kabel Permukaan Kasar

| Jenis Kegagalan | Penyebab Kegagalan | Efek dari kegagalan | S | O | D | RPN | Rekomendasi Perbaikan |
|-----------------------|---|--|---|---|---|-----|--|
| Kabel permukaan kasar | Temperatur material labil | Material tidak dapat terekstrusi secara halus | 8 | 7 | 8 | 448 | Melakukan pengecekan dan pengujian <i>incoming</i> material secara ketat. |
| | Roll guide sudah haus | Kabel tergesek oleh roll guide | 7 | 4 | 3 | 84 | Melakukan inspeksi secara rutin & penggantian roll guide yang sudah haus. |
| | Permukaan dies yang tidak halus | Kabel tergesek oleh permukaan dies yang tidak halus | 7 | 5 | 2 | 70 | Pengecekan & penggantian dies secara berkala. |
| | Penggunaan <i>tools</i> yang tidak sesuai | Diameter dies terlalu kecil menyerut permukaan kabel | 7 | 3 | 3 | 63 | Membuat <i>operational standart</i> & memberikan pelatihan mengenai standar ukuran dies. |
| | Tidak mematuhi SOP | Produk akan mengalami <i>defect</i> permukaan kasar | 6 | 3 | 3 | 54 | Melakukan <i>training</i> SOP & terkait pentingnya kualitas produk. |

(Sumber: Pengolahan Data)

D. Tahap *Improve*

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan kembali *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) yang bertujuan untuk penentuan nilai target kapabilitas sigma dimasa yang akan datang, dengan mensimulasikan bahwa ketiga jenis prioritas telah selesai diperbaiki sehingga jumlah *defect* akan menurun dan dapat meningkatkan nilai. Berikut perhitungan nilai DPMO dan nilai target kapabilitas sigma pada produksi NYM 2 x 1,5mm:

- *Defect Per Unit* (DPU) = $\frac{107.683,2}{5.366.690} = 0,0201$
- *Total Opportunities* (TOP) = $5.366.690 \times 7 = 37.566.830$
- *Defect Per Opportunities* (DPO) = $\frac{107.683,2}{37.566.830} = 0,0029$
- *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) = $0,0029 \times 1000000 = 2866,443$
- Nilai Sigma (*Ms. Excel*) = $\text{NORMSINV}((1000000-2866,443)/1000000) + 1,5 = 4,263$

Berdasarkan perhitungan diatas menunjukkan nilai bahwa nilai target kapabilitas sigma perusahaan sebesar 4,263, sedangkan untuk nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities* sebesar 2866,443 yang berarti bahwa dalam satu juta kali kesempatan terjadi *defect* sebanyak 2866,443.

E. Tahap *Control*

Tahap ini merupakan langkah terakhir dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC. Pada tahap ini dilakukan pengontrolan atau pemantauan kinerja yang berjalan. Hal ini bertujuan agar tindakan perbaikan yang telah dilakukan dapat diterapkan atau disebarluaskan secara konsisten kepada pihak yang bertanggung jawab atas proses produksi produk NYM 2 x 1,5mm. Berikut merupakan hal yang perlu dilakukan pemantauan pada tahap *control*:

1. Melakukan pengontrolan terhadap material yang akan digunakan dalam proses produksi.
2. Melakukan pemantauan, pemeliharaan dan perbaikan mesin secara berkala dan berkelanjutan.

3. Memastikan semua karyawan yang berangkutan mengikuti *training* SOP dan memberikan peringatan yang tegas bagi karyawan yang tidak mengikuti *training* sebanyak 3 kali berturut-turut.
4. Meningkatkan komunikasi dan pengawasan kerja terhadap karyawan.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil pada tahap *analyze* dengan menggunakan diagram pareto didapatkan bahwa terdapat tiga masalah *defect* yang dominan terjadi pada produk kabel NYM 2 x 1,5 mm yaitu *defect* kabel benjol dengan presentase sebesar 21%, *defect* kabel terkelupas dengan presentase sebesar 18%, dan *defect* kabel permukaan kasar dengan presentase sebesar 17%.
2. Analisis dengan diagram sebab akibat menunjukkan bahwa *defect* kabel benjol disebabkan oleh kualitas material buruk, *heater* mati, spooling material PVC yang tidak stabil, dan kurangnya pengawasan. *Defect* kabel terkelupas disebabkan oleh mesin *error*, kontaminasi material, pemasangan tools yang tidak standar, dan kurangnya ketelitian operator. Sedangkan *defect* kabel permukaan kasar disebabkan oleh temperatur material labil, roll guide yang aus, penggunaan tools yang tidak sesuai, dan pelanggaran SOP.
3. Berdasarkan analisis FMEA, rekomendasi perbaikan untuk *defect* kabel benjol meliputi inspeksi material *incoming*, penggunaan pelumas pada nipple, dan perawatan *heater* serta screen mesh setiap 20 km. Untuk *defect* kabel terkelupas, disarankan inspeksi dan perbaikan mesin berkala, pengujian material ketat, dan perawatan tension angin rem pay off. Sedangkan untuk *defect* permukaan kasar, perlu pengecekan material ketat, inspeksi dan penggantian roll guide, serta perawatan dies secara berkala.

REFERENSI

- Agrina, C. R. (2023). Penerapan Metode Six Sigma Pada Pabrik Teh Ciater PTPN VIII Bandung. *Bussman Journal: Indonesian Journal of Business and Management*, 3(2), 882–904.
- Bayu Nur Kuncoro. (2023). Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Six Sigma Pada Industri Amdk Produk 600 Ml Pt Tirta Investama (Aqua). *Jurnal Teknik Dan Science*, 2(1), 01–07. <https://doi.org/10.56127/jts.v2i1.515>
- Fajri Anasrul, R. (2022). Penerapan Metode Six Sigma dan 5S Untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efektivitas Pada Produksi Batako (Studi Kasus UMKM XYZ). *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, 3(1), 14–23. <https://doi.org/10.20885/jattec.vol3.iss1.art2>
- Juwito, A., & Al-Faritsyi, A. Z. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk dengan Metode Six Sigma di UMKM Makmur Santosa. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(12), 3295–3315. <http://abajangjournal.com/index.php/JCI>
- Resiko, P., Pembuatan, K., Pintu, K., Kasus, S., & Sumber, P. D. (2024). *Putri Rejeki*, Tangerang). 3(1), 44–51.
- Ridwan, A., Arina, F., & Permana, A. (2020). Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ). *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 186. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9618>
- Rizky Dwi Hardianto, & Nuriyanto. (2023). Analisis Penyebab Reject Produk Paving Block Dengan Pendekatan Metode Fmea Dan Fta. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(12), 4635–4648. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawailalmiah.v2i12.6394>
- Sari, Y. Y., & Vikaliana, R. (2021). Metode Six Sigma Untuk Meminimasi Cacat Produk Quality Control Analysis Using Six Sigma Method To Minimize Product Defects At PT Bumiputra Manufacturing Technology. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Industri Dan Rantai Pasok Ke-2 Tahun 2021*, 150–163.
- Sugiantini, E., Khamaludin, & Rahayu, M. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Carton Box Menggunakan Metode Six Sigma di PT. Cipta Multi Buana Perkasa. *Juitech*, 6(2), 93–101.
- Tambunan, D. G., Sumartono, B., & Moektiwibowo, D. H. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma Dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Pada Proses Produksi Koper Di PT SRG. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 58–77.