

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka dilakukan guna mendapatkan informasi metode, solusi, dan dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan pengendalian kualitas. Tinjauan Pustaka dilakukan menggunakan pencarian pada beberapa sumber referensi. Tinjauan Pustaka diperoleh dari pencarian di Google Scholar dan repositori Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Kata kunci yang digunakan yaitu pengendalian kualitas, *nonconforming items*, dan penurunan jumlah produk cacat. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang terkait dengan permasalahan pengendalian kualitas produksi ubin di CV X.

Penelitian Riadi dan Haryadi (2020) pada perusahaan manufaktur kursi mobil menggunakan alat bantu statistik berupa diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor penyebab cacat produk yang dikelompokkan menjadi faktor material, faktor metode, faktor mesin, dan faktor manusia. Penyebab kecacatan antara lain apabila material yang ketebalannya 5 ft/feet maka standar tebal gelaran harus kurang dari 15 tumpuk. Jika melebihi standar yang ditetapkan, dapat terjadi kecacatan seperti lubang kecil. Operator juga harus mengetahui bahan dan jenis material dan mengerti standar pengoperasian mesin berdasarkan material yang dipotong. Metode yang digunakan adalah *Quality Control Circle (QCC)* karena QCC fokus pada perbaikan dan mengurangi produk cacat. Penelitian ini mengusulkan *stop call wait* untuk operator produksi agar penyimpangan tidak berlanjut di proses selanjutnya. Usulan lain yang diberikan adalah mengikuti prinsip 3M yaitu tidak membuat, tidak menerima, tidak meneruskan saat proses produksi untuk mengurangi kecacatan dan meningkatkan produktivitas.

Penelitian Abdel-Hamid dan Abdelhaleem (2019) bertujuan untuk meningkatkan kualitas keramik di perusahaan *Cleopatra Group* menggunakan *seven tools of quality* yaitu *checksheet*, histogram, pareto, diagram *fishbone*, *control chart*, *flowchart*, dan *scatter diagram*. Proses implementasi *seven tools* tersebut antara lain dengan mengidentifikasi permasalahan, mengukur dampaknya, menemukan akar masalah, dan menyelesaikan permasalahan. Hasil *check sheet* menunjukkan keretakan pada bagian samping adalah kerusakan yang paling banyak terjadi yaitu sebanyak 4851 kali dan diikuti kesalahan dimensi sebanyak 2242 kali. Histogram

menunjukkan keretakan bagian pinggir dan kesalahan dimensi adalah kerusakan vital yang membutuhkan pengawasan dan tindakan perbaikan. Diagram *fishbone* menunjukkan penyebab masalah dari aspek lingkungan, manusia, peralatan, dan material. *Control Chart* menunjukkan kesalahan dimensi yang berada di luar dan dalam kendali. *Flowchart* menunjukkan awal hingga akhir proses dan proses produksi akan diberhentikan jika terdapat kerusakan produk. *Scatter diagram* membuktikan tidak ada hubungan langsung antara keretakan dan suhu dalam tahapan produksi berbeda. Penelitian membuktikan bahwa *seven tools of quality* terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan mengurangi kerusakan dalam proses manufaktur.

Saputra dan Mahbubah (2021) dalam penelitiannya menganalisis *defect* menggunakan metode *seven tools* pada perusahaan vulkanisir ban bekas menjadi ban baru. Hasil penelitian ditemukan 13 akar penyebab permasalahan *defect* ban 1000 ring 20 yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, bahan baku, lingkungan, dan metode. Produk masih di dalam batas kendali, tetapi melewati batas toleransi yang ditetapkan perusahaan yaitu 1%. Usulan perbaikan pada penelitian ini adalah melakukan perawatan mesin secara berkala, pelatihan dan pengawasan bagi operator produksi, *briefing* dilakukan setiap minggu agar operator bekerja sesuai SOP yang telah ditetapkan, dan menetapkan kriteria dalam pemilihan supplier.

Penelitian Nurdin dan Kusumah (2018) menganalisis kecacatan produk *dry SLS* menyebabkan penjualan tidak mencapai target. Hal ini menimbulkan kerugian karena proses *rework*. Hasil penelitian menggunakan pendekatan *seven tools* menunjukkan cacat produksi menurun kisaran 50% dari jumlah produk cacat sebelum perbaikan. Penurunan signifikan persentase kecacatan produk dari 9,29% menjadi 3,16% setelah dilakukan perbaikan. Penyebab terjadinya kerusakan produk adalah faktor metode, mesin, dan manusia. Faktor material antara lain dekomposisi pada produk. Faktor material antara lain pada proses pencucian dan *blow* jalur tidak dilakukan secara optimal. Faktor manusia adalah tidak mencuci sampai bersih dan kurang pemahaman terhadap standar pengoperasian alat. Faktor mesin antara lain kebocoran jaket pemanas jalur transfer dan terdapat gesekan antara plate bagian bawah granulator dan agitator. Usulan perbaikan yang diberikan adalah merevisi SOP menggunakan bahasa yang mudah dimengerti oleh operator, mengganti material dan jenis pipa, dan memperlebar jarak plate dan agitator.

Realyvásquez-Vargas, dkk (2018) melakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dengan menurunkan kecacatan yang terjadi pada proses pengelasan dengan volume produksi yang tinggi sebesar 20%. Siklus PDCA adalah metode yang terdiri dari empat tahapan yaitu *plan, do, check, act*. Cacat yang dihasilkan oleh proses pengelasan pada model dengan penjualan tertinggi volume di area *Manual-Finish* tercapai, karena jumlah cacat pada ketiganya dianalisis mengalami penurunan sebesar 65%, 79%, dan 77%. Di sisi lain, berkaitan dengan tujuan peningkatan kapasitas dalam tiga jalur produksi ganda papan elektronik setidaknya 20%, disimpulkan bahwa tujuan ini juga tercapai, karena hasilnya 19,72%, yang memiliki selisih 0,28% yang dianggap tidak signifikan. Akhirnya, hasil ini memungkinkan perusahaan menjadi lebih dekat untuk memenuhi standar IPC-A-610E, karena persentase papan elektronik yang tinggi berhasil dianalisis dan memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh standar tersebut.

Penelitian Indah (2022) melakukan perancangan pengendalian kualitas di Naruna Ceramic Studio dan menerapkan 5S untuk menjaga kerapian dan meminimasi *waste* di Naruna Ceramic Studio. Perancangan yang dilakukan antaralain merekap dan mengolah data hasil *quality control* dan membuat alur prosedur kerja berdasarkan jumlah karyawan untuk proses *quality control* di Naruna Ceramic Studio. Penelitian ini memberikan usulan perbaikan yaitu membuat versi baru surat jalan yang memuat informasi nama item, tanggal produksi, stasiun kerja, dan keterangan produk lolos uji atau tidak lolos uji, jenis kerusakan yang ditemukan, dan nama operator. Solusi selanjutnya adalah membuat SOP untuk proses *quality control* pada kegiatan perekapan dan pengolahan data hasil pengendalian kualitas.

Memon, A, dkk (2019) melakukan penelitian pada departemen pengecatan pada di industri otomotif. Penggunaan *seven tools* berhasil menurunkan kecacatan pada pabrik otomotif. *Flowchart* dan *checksheet* dirancang untuk mengumpulkan data pada proses inspeksi. Diagram tulang ikan menunjukkan penyebab akar masalah. Selama empat bulan penelitian, kecacatan turun sebanyak 70% dari 155 kecacatan menjadi 47 unit yang cacat. Setiap *tools* memainkan peran penting pada reduksi kecacatan, tetapi diagram *fishbone* sangat penting untuk mencari penyebab dan akibat permasalahan.

Ramdani dan Farity (2022) menggunakan metode statistical quality control untuk

menganalisis permasalahan yang timbul akibat jumlah produksi *base plate* masih dibawah target tidak sebanding dengan kapasitas mesin tungku induksi sebesar 500 kg. Hasil penelitian adalah proses produksi di PT Sinar Semesta belum terkendali karena presentase produk cacat yaitu 30,94% dari total produksi tidak sesuai dengan toleransi produk cacat yang ditetapkan perusahaan yaitu 20%. *Statistical Quality Control* (SQC) digunakan untuk penentuan standar dan pengecekan kesesuaian produk menggunakan tujuh alat bantu yaitu *checksheet*, histogram, diagram pareto, diagram alir, peta kendali, diagram pencar, dan diagram tulang ikan. Usulan perbaikan terhadap perusahaan adalah mengendalikan kualitas proses produksi seperti pengawasan ketat kepada operator dan pemilihan bahan baku yang berkualitas dan mengelola budaya 5S yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Hamdani dkk.(2021) menemukan tiga varian cacat pada produksi produk 4L45W21.5 MY yaitu hadare, kaburi, dan nikel. Cacat produk terbanyak adalah kaburi sebanyak 50%. Faktor penyebab cacat dikelompokkan menjadi faktor manusia, metode, mesin, lingkungan, dan material. Analisis usulan perbaikan menggunakan *kaizen five-M Checklist* diusulkan untuk melakukan pelatihan, perawatan mesin secara berkala, penyesuaian SOP, perancangan area kerja, dan usulan lanjut untuk menganalisis menggunakan pendekatan *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC) untuk perbaikan maksimal.

Farid, dkk (2022) menggunakan metode *Six Sigma*. Hasil akhir yang diperoleh setelah melakukan *define, measure, analyze, improve, control* adalah nilai sigma proses pengolahan kulit adalah 3,086 sama dengan nilai 3. Nilai ini berada pada level 3 sigma dan nilai DPMO sebesar 56398,10 unit untuk satu juta produksi. Level 3 sigma mengindikasikan bahwa perusahaan sebaiknya memperhatikan untuk meningkatkan kualitas produksi untuk mencapai *zero defect*. Pendekatan *six sigma* menggunakan *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC). Nilai sigma pengolahan kulit tahun 2018 sebesar 3,086 atau 3.0. menunjukkan perusahaan perlu meningkatkan kualitas proses pengolahan kulit untuk mencapai *zero defect*. Usulan perbaikan yang diberikan adalah memberi pengawasan dan pelatihan sekali setahun bagi pekerja, menambah lampu pencahayaan, menyediakan tempat untuk mengeringkan dengan kipas angin, menambah pekerja kebersihan, menyortir bahan baku, melakukan pergantian mesin yang sudah tidak layak pakai, perawatan mesin, dan menambah jumlah mesin sebagai cadangan jika terjadi kerusakan. Metode *Six Sigma* juga digunakan oleh Prasetyo

dkk.(2022) dalam penelitiannya untuk menganalisis kualitas produksi di PT Keramik Diamond Industries. *Define, measure, analyze, improve* (DMAI) dilakukan untuk menurunkan produk cacat. Tahap *define* adalah tahap untuk mengidentifikasi masalah dan tujuan perbaikan pada PT. Keramik Diamond Industries. Tahapan *measure* merupakan tahapan untuk mengukur kecacatan dan menentukan *critical to quality* (CTQ). Tahapan *analyze* yaitu tahapan untuk menganalisis factor penyebab cacat pada ubin di PT. Keramik Diamond Industries. Tahapan *improve* adalah tahap untuk mengidentifikasi masalah dan memilih usulan perbaikan untuk menurunkan kecacatan.

Chandrasari dan Syahrullah (2022) menggunakan metode *statistical process control*(SPC) untuk menganalisis data kecacatan produk dan penyebab terjadi kerusakan dan metode *fault tree analysis* (FTA) untuk mendapatkan usulan perbaikan dari analisis berbagai penyebab secara rinci. Hasil penelitian diperoleh *defect* yang paling banyak adalah *shortcore* kurang lebar sebesar 25,95%. Analisis permasalahan dengan FTA dapat memberikan saran terhadap sumber daya manusia, produksi, *maintenance*, dan pengadaan bahan baku. Metode *statistical process control* (SPC) juga digunakan dalam penelitian Fatimah dan Iriani (2022) Pemilihan metode *statistical process control* karena penelitian dilakukan untuk menganalisis apakah *defect bedsheet* di luar batas kendali atau tidak. Hasilnya terdapat 9 titik di luar batas kendali yang dianalisis menggunakan *p-chart*. Metode Poka-Yoke bertujuan menghindari kesalahan menurut akar permasalahannya. Faktor manusia merupakan faktor yang paling krusial dalam penelitian ini. Operator lebih mementingkan kuantitas daripada kualitas yang dihasilkan sehingga menimbulkan banyak kecacatan. Faktor mesin adalah perawatan mesin yang kurang dan tidak memiliki instruksi kerja pada mesin *sewing*. Faktor material juga karena jarum yang mudah patah dan benang mudah putus. Faktor lingkungan karena ruangan yang berdebu dan barang tidak disusun secara rapi. Faktor metode karena operator tidak melakukan penjahitan sesuai standar. Hal yang serupa dialami dalam penelitian Alkharami dkk. (2022) yaitu pengendalian kualitas pada perusahaan telah berjalan dengan baik sesuai SOP namun masih didapatkan proporsi produk cacat Desember hingga Maret melebihi batas kendali yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode *statistical process control*.

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka Terdahulu Terkait dengan Proyek

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Abdel-Hamid, M. dan Abdelhaleem, H.M. (2019)	Peningkatan Kualitas Keramik	Industri Konstruksi	<i>Seven tools of quality</i>	Proses implementasi <i>seven tools</i> tersebut antara lain dengan mengidentifikasi permasalahan, mengukur dampaknya, menemukan akar masalah, dan menyelesaikan permasalahan. Hasil penelitian menunjukkan keretakan pada bagian samping adalah kerusakan yang paling banyak terjadi yaitu sebanyak 4851 kali dan diikuti kesalahan dimensi sebanyak 2242 kali..
Nurdin, H., dan Kusumah, L. H. (2018)	Penurunan kecacatan produk <i>dry SLS (Sodium Lauryl Sulphate)</i>	PT KCI	<i>Seven tools of quality</i>	Tingkat kecacatan produk yang tinggi menjadi pemicu tidak tercapainya target perusahaan. Hasil perbaikan menunjukkan turunnya kecacatan produk hampir 50% dari jumlah kecacatan produk yaitu sebanyak 9,29% turun menjadi 3,16% setelah dilakukan perbaikan. Faktor manusia penyebab kegagalan adalah tidak mencuci dengan bersih dan kurangnya metode standar untuk mengoperasikan alat. Faktor material yaitu produk mengalami dekomposisi. Faktor metode adalah pencucian tidak optimal dan pada proses blow jalur tidak optimal. Faktor mesin antara lain jaket pemanas pada jalan transfer bocor dan terdapat gesekan antara agitator dan plate bagian bawah granulator. Usulan perbaikan antara lain revisi SOP menggunakan bahasa yang mudah dimengerti operator, membuat dokumentasi sebelum dan sesudah proses pencucian, mengganti bahan dan konstruksi pipa.

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka Terdahulu Terkait dengan Proyek

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Memon, A, dkk. (2019)	Analisis pengendalian kualitas, penurunan kecacatan	Industri otomotif	<i>Seven tools of quality</i>	Penggunaan seven tools berhasil menurunkan kecacatan pada pabrik otomotif. Flowchart dan checksheet dirancang untuk mengumpulkan data pada proses inspeksi. Diagram tulang ikan menunjukkan penyebab akar masalah. Selama empat bulan penelitian, kecacatan turun sebanyak 70% dari 155 kecacatan menjadi 47 unit yang cacat.
Attaqwa, Y, dkk (2021)	Analisis pengendalian kualitas	PT. XYZ.	<i>Quality Control Circle (QCC)</i>	Penelitian berfokus pada proses produksi kerem yaitu proses awal dalam pembentukan besi. Usulan perbaikan yang diberikan adalah rancangan <i>form</i> QC untuk pengendalian kualitas secara visual dengan memonitor proses produksi, melakukan standarisasi jumlah barang per kontainer, revisi surat perintah kerja (SPK) yang menerapkan jumlah target produksi setiap tipe barang. Standarisasi ini diharapkan untuk meningkatkan kualitas produksi bukan kuantitas produksi.
Riadi dan Haryadi (2020)	Penurunan jumlah cacat produk pada proses <i>cutting</i>	PT Toyota Boshoku Indonesia (TBINA)	<i>Quality Control Circle (QCC)</i>	Produk kursi mobil yang diproduksi seringkali ditemukan cacat sehingga metode yang digunakan adalah <i>quality control circle</i> (QCC) dengan alat bantu pareto dan <i>fishbone</i> diagram. Solusi yang diberikan adalah dengan melakukan <i>stop, call, wait</i> untuk operator produksi. SCW dilakukan agar tidak terjadi penyimpangan ke proses selanjutnya. Perusahaan mewajibkan menjaga 3M yaitu tidak menerima, tidak membuat, dan tidak meneruskan.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Realyvásquez-Vargas, dkk (2018)	Analisis pengendalian kualitas	Industri Manufaktur	<i>Plan Do Check Act</i> (PDCA)	<p>Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dengan menurunkan kecacatan yang terjadi pada proses pengelasan dengan volume produksi yang tinggi sebesar 20%. Siklus PDCA adalah metode yang terdiri dari empat tahapan yaitu <i>plan</i>, <i>do</i>, <i>check</i>, <i>act</i>. Cacat yang dihasilkan oleh proses pengelasan pada model dengan penjualan tertinggi volume di area <i>Manual-Finish</i> tercapai, karena jumlah cacat pada ketiganya dianalisis mengalami penurunan sebesar 65%, 79%, dan 77%. Di sisi lain, berkaitan dengan tujuan peningkatan kapasitas dalam tiga jalur produksi ganda papan elektronik setidaknya 20%, disimpulkan bahwa tujuan ini juga tercapai, karena hasilnya 19,72%, yang memiliki selisih 0,28%, yang dianggap tidak signifikan. Akhirnya, hasil ini memungkinkan perusahaan menjadi lebih dekat untuk memenuhi standar IPC-A-610E, karena persentase papan elektronik yang tinggi berhasil dianalisis dan memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh standar tersebut.</p>

Tabel 2.2. Lanjutan

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Hamdani, Wahyudin, Putra, C.G. G., dan Subangkit, B(2021)	Analisis pengendalian kualitas	PT Sakae Riken	<i>Seven Tools of Quality, KaizenFive M</i>	Tiga jenis cacat pada produksi produk 4L45W 21.5 MY yaitu kaburi, hadare, dan nikel. Cacat produk dominan adalah kaburi. Faktor penyebab cacat dikelompokkan menjadi faktor manusia, metode, mesin, lingkungan, dan material. Usulan perbaikan adalah pelatihan, penyesuaian SOP, perancangan area kerja, dan analisis DMAIC.
Saputra, A. E. Mahbubah, N. A. (2021)	Analisis penyebab <i>defect</i>	CV Citra BuanaMandiri Surabaya	<i>Seven Tools ofQuality</i>	Produk cacat masih berada di batas kendali tetapi berada di luar standar yang ditetapkan perusahaan. Faktor penyebab produk cacat disebabkan oleh manusia, bahan baku, mesin, metode, dan lingkungan kerja. Faktor manusia yaitu operator kurang optimal dan teliti dalam melakukan inspeksi. Faktor mesin adalah mesin <i>rimming</i> dan <i>curing</i> bekerja kurang maksimal. Faktor metode yaitu SOP yang tidak diaplikasikan dan kurangnya container pendingin, serta ventilasi udara pada ruangan kurang baik. Usulan yang diberikan adalah perawatan mesin secara berkala, pelatihan dan pengawasan bagi karyawan, serta <i>briefing</i> setiap minggu untuk bekerja sesuai SOP.

Tabel 2.2. Lanjutan

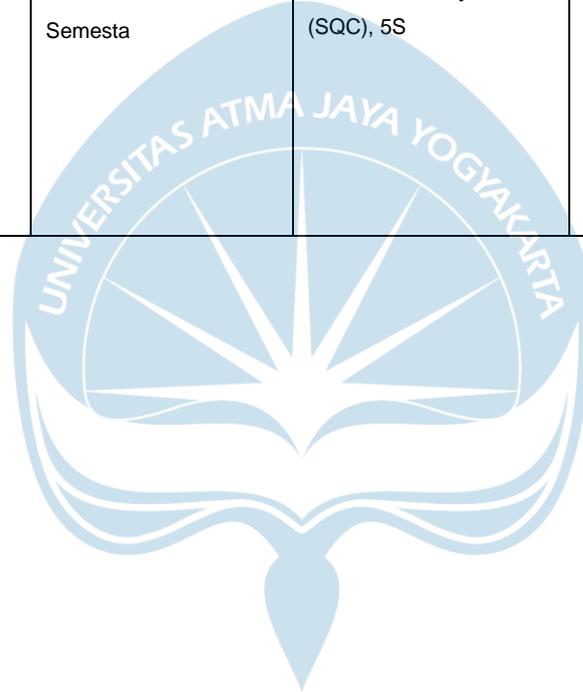
Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Indah, G.A (2022)	Perbaikan Proses Pengendalian Kualitas	PT Gyan Kreatif Indonesia(Naruna Ceramic Studio)	<i>Seven Tools of Quality</i> , 5S, PDCA	Penelitian ini menghasilkan perancangan proses pengendalian kualitas cara memaksimalkan fungsi surat jalan dan membuat SOP proses <i>quality control</i> perekapan dan pengolahan data.
Farid, M., Yulius, H., Irsan, I., Susriyati, S., dan Maulana, B (2022)	Penerapan pengendalian kualitas pengolahan kulit	UPTD Kota Padang	<i>Six Sigma</i>	Pendekatan <i>six sigma</i> menggunakan <i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i> (DMAIC). Nilai sigma pengolahan kulit tahun 2018 sebesar 3,086 atau 3.0. menunjukkan perusahaan perlu meningkatkan kualitas proses pengolahan kulit untuk mencapai <i>zero defect</i> . Usulan perbaikan yang diberikan adalah memberi pengawasan dan pelatihan sekali setahun bagi pekerja, menambah lampu pencahayaan, menyediakan tempat untuk mengeringkan dengan kipas angin, menambah pekerja kebersihan, menyortir bahan baku, melakukan pergantian mesin yang sudah tidak layak pakai, perawatan mesin, dan menambah jumlah mesin sebagai cadangan jika terjadi kerusakan.
Chandrasari, S. H., dan Syahrullah, Y.(2022)	Penerapan <i>Statistical Process Control</i> (SPC), penurunan <i>defect</i>	Pabrik Kayu Purbalingga	<i>Statistical Process Control</i> (SPC) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	Persentase kerusakan produk mencapai 15% atau 9249,8 m3 dari 60385 m3 yang masih melewati batas kendali dan standar kecacatan yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 11,5%. Jenis kerusakan yang dominan yaitu <i>shortcore</i> kurang lebar yaitu sebanyak 25,95% menjadi prioritas perbaikan. SPC digunakan untuk menganalisis kerusakan dominan dan FTA digunakan untuk mengidentifikasi risiko terjadinya kegagalan.

Tabel 2.2. Lanjutan

<p>Fatimah, S. N., dan Iriani, Y(2022)</p>	<p>Analisis pengendalian kualitas <i>bedsheet</i></p>	<p>Industri <i>garment</i></p>	<p><i>Statistical ProcessControl</i> (SPC)</p>	<p>Jenis kecacatan paling banyak adalah gumpalan benang sebanyak 4163. Terdapat data yang berada di luar batas kendali. Hasil penelitian diperoleh penyebab kecacatan adalah operator yang memproduksi untuk mengejar target tanpa memperhatikan kualitas produk. Metode SPC dipakai untuk mengetahui kerusakan produk <i>bedsheet</i> masih dalam kendali atau diluar kendali. Metode Poka-Yoke digunakan untuk mencegah terjadinya kesalahan menurut akar permasalahannya. Poka-Yoke menggunakan bantuan diagram tulang ikan untuk mencari tahu penyebab permasalahan.</p>
<p>Alkharimi, M. V., Arifin, J., dan Septiansyah, A. T (2022)</p>	<p>Penerapan pengendalian kualitas</p>	<p>PT PK</p>	<p><i>Statistical ProcessControl</i> (SPC)</p>	<p>Pengendalian kualitas sudah berjalan baik sesuai SOP, tetapi di lapangan masih terdapat cacat <i>single part</i> BS-62631-60M00 yang melewati batas kontrol atas yaitu pada bulan Desember dan Maret dengan presentase kerusakan sebesar 20% atau sebanyak 30 unit. Metode SPC dipakai untuk menganalisis data hasil inspeksi pada sampel. Piranti SPC antara lain <i>check sheet, scatter diagram, fishbone, pareto, flowchart, histogram, control chart</i>.</p>
<p>Prasetyo, D. D., Ardhiyani, I. W. dan Purnama, J.(2022)</p>	<p>Penerapan pengendalian kualitas</p>	<p>PT Keramik Diamond Industries</p>	<p><i>Six Sigma</i></p>	<p>Jenis kerusakan produk yang paling banyak adalah cacat gupil setelah <i>glaze</i> yaitu sebanyak 19.398 unit atau 35,47%. Nilai sigma sebesar 3,8 <i>sigma</i> dan nilai DPMO adalah 12.741 unit. Usulan perbaikan menggunakan metode FMEA untuk menanggulangi per jenis kecacatan.</p>

Tabel 2.2. Lanjutan

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Ramdani, L.M., dan Zaqi Al Farity, A. (2022)	Analisis <i>defect</i> , Penerapan pengendalian kualitas	PT Sinar Semesta	<i>Statistical QualityControl</i> (SQC), 5S	Produksi belum terkontrol karena jumlah produk cacat masih melewati batas kendali. Persentase kecacatan produk <i>base plate</i> R-54 adalah 30,94% dari total produksi yang mana melewati standar mutu perusahaan yaitu 20%. Metode SQC diaplikasikan guna menguji data untuk penentuan standar dan pengecekan kesesuaian produk. Perbaikan segera mungkin dilakukan terhadap pengendalian kualitas produksi dan pengelolaan 5S.



2.2. Dasar Teori

2.2.1. Definisi Kualitas

Kualitas telah menjadi faktor keputusan konsumen yang paling penting dalam memilih produk barang atau jasa. Konsekuensinya adalah pemahaman dan peningkatan kualitas adalah kunci utama yang mengantarkan kesuksesan bisnis, pertumbuhan, dan peningkatan daya saing.

Pengertian kualitas didefinisikan dalam pengertian yang berbeda oleh beberapa ahli. Berikut merupakan pengertian kualitas menurut ahli yang diperoleh dari penjelasan Mitra dalam buku *Fundamentals of Quality Control and Improvement* (2016:7)

- a. Garvin (1984) mendefinisikan kualitas terbagi menjadi lima kategori yaitu berbasis produk, berbasis pengguna, berbasis manufaktur, berbasis nilai, dan transenden. Garvin (1984) mengidentifikasi kerangka delapan atribut untuk mendefinisikan kualitas yaitu performa, fitur, keandalan, kesesuaian, daya tahan, kemudahan servis, estetika dan persepsi kualitas.
- b. Crosby (1979) mendefinisikan kualitas merupakan kesesuaian dengan spesifikasi atau persyaratan.
- c. Juran (1974) mendefinisikan secara umum bahwa kualitas merupakan kesesuaian yang digunakan terhadap keinginan pelanggan.

Montgomery dalam bukunya yang berjudul *Introduction to Statistical Quality Control* (2019:3) menjelaskan delapan dimensi kualitas menurut Garvin (1987).

a. Performansi

Performansi adalah dimensi kualitas yang berkaitan fungsi utama sebuah produk. Kepuasan konsumen akan menurun jika tidak sesuai dengan harapan konsumen terhadap performansi tidak terpenuhi.

b. Keandalan

Keandalan adalah dimensi kualitas yang menunjukkan seberapa sering kegagalan pada produk.

c. Daya Tahan

Daya tahan adalah dimensi kualitas yang menunjukkan seberapa lama produk akan bertahan. Konsumen menginginkan produk yang dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.

d. Kemudahan Servis

Kemudahan servis adalah dimensi kualitas yang menunjukkan kemudahan dalam perbaikan produk. Pandangan konsumen terhadap kualitas dipengaruhi oleh durasi dan biaya perbaikan.

e. Keindahan

Keindahan adalah dimensi kualitas yang berkaitan dengan penampilan *visual* sebuah produk yang dipengaruhi faktor *style*, warna, bentuk, alternatif kemasan, dan fitur lainnya yang menjadi daya tarik produk.

f. Fitur

Fitur merupakan dimensi kualitas sebagai karakteristik pendukung sebuah produk. Target yang dicapai pada fitur adalah inovasi yang dapat memenuhi keinginan konsumen.

g. Persepsi kualitas

Persepsi kualitas adalah dimensi kualitas yang berkaitan dengan reputasi perusahaan dan produk yang dijualnya. Pelanggan mengandalkan reputasi perusahaan mengenai kualitas produk. Reputasi dipengaruhi oleh kegagalan produk yang pernah dirasakan oleh pelanggan sebelumnya. Persepsi kualitas juga berkaitan dengan pelayanan pelanggan saat ada masalah terkait kualitas produk yang dilaporkan.

h. Kesesuaian

Kesesuaian adalah dimensi kualitas yang menunjukkan kesesuaian rancangan dan operasi dengan standar yang telah ditetapkan.

2.2.2. Pengendalian Kualitas

Mitra (2016) mendefinisikan pengendalian kualitas merupakan sistem yang mempertahankan tingkat kualitas melalui umpan balik pada karakteristik produk atau jasa dan memperbaiki jika terjadi penyimpangan dari standar spesifikasi yang telah ditentukan. Mitra (2016) membagi menjadi tiga sub-*area*.

a. *Off-line quality control*

Prosedur *off-line quality control* berkaitan dengan tahapan pemilihan parameter produk dan proses dapat dikontrol sehingga penyimpangan luaran produk atau proses dapat diminimasi. Hal ini dapat diselesaikan melalui desain produk dan proses. Tujuannya adalah untuk menghasilkan desain dengan memperhitungkan parameter sumber daya dan lingkungan produksi, sehingga luaran yang dihasilkan sesuai dengan standar. Oleh karena itu, parameter produk dan proses harus ditentukan sebelum produksi dimulai.

b. *Statistical Process Control*

Statistical Process Control melibatkan perbandingan antara luaran proses atau layanan dengan standar spesifikasi dan melakukan perbaikan jika terdapat perbedaan antara keduanya. Penentuan proses dapat menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi juga memengaruhi *statistical process control*.

c. *Acceptance Sampling Plans*

Acceptance Sampling Plans atau rencana pengambilan sampel penerimaan melibatkan pemeriksaan produk atau layanan. Keputusan yang harus diambil terkait jumlah item yang diambil sampelnya atau semua *batch* diambil sampelnya untuk dilakukan inspeksi. Informasi yang diperoleh dari sampel digunakan untuk memutuskan *batch* ditolak atau diterima. *Batch* yang diterima harus memiliki syarat yaitu jumlah barang yang tidak sesuai kurang dari atau sama dengan parameter yang telah ditentukan.

2.2.2. *Statistical Process Control (SPC)*

Statistical process control (SPC) adalah kumpulan alat bantu pemecahan masalah yang sangat berguna dalam mencapai stabilitas proses dan meningkatkan kemampuan melalui pengurangan variabilitas (Montgomery, 2019). *Statistical process control (SPC)* adalah metode pengendalian kualitas secara statistik untuk memantau dan meningkatkan performansi proses menghasilkan produk berkualitas (Mitra, 2016).

Jika suatu produk atau layanan ingin memenuhi atau melebihi keinginan pelanggan, umumnya produk atau layanan tersebut harus diproduksi atau dikirim dengan proses yang stabil atau dapat diulang. Lebih tepatnya, proses tersebut harus mampu beroperasi dengan sedikit variabilitas di sekitar target atau dimensi nominal karakteristik kualitas produk.

SPC merupakan salah satu perkembangan teknologi terbesar di abad ke-20 karena didasarkan pada prinsip-prinsip dasar yang kuat, mudah digunakan, memiliki dampak yang signifikan, dan dapat diterapkan pada proses apa pun. SPC menggunakan *seven tools of quality* yaitu sebagai berikut:

1. Histogram
2. *Check sheet*
3. Diagram pareto
4. Diagram sebab-akibat
5. Diagram konsentrasi cacat

6. Diagram pencar
7. Peta kendali

Seven tools of quality ini hanya terdiri dari aspek teknis. Penerapan SPC yang tepat membantu menciptakan lingkungan di mana semua individu dalam suatu organisasi mengadakan perbaikan proses, yakni:

- a. Aspek manajemen meliputi dukungan, kerja tim, pelatihan.
- b. Aspek sumber daya manusia yaitu kompetensi sumber daya manusia.
- c. Aspek operasional meliputi alat pengendalian proses statistik, prioritas proses, dan prosedur tindakan korektif.

2.2.3. Seven Tools of Quality

a. Check Sheet

Check sheet merupakan formulir yang dirancang untuk merekap data. Pencatatan dilakukan untuk melihat pola ketika data sedang diambil. *Checksheet* membantu menganalisis dan menemukan pola untuk menentukan analisis selanjutnya (Heizer dan Render, 2021)

	Hour							
Defect	1	2	3	4	5	6	7	8
A	///	/		/	/	/	///	/
B	//	/	/	/			//	///
C	/	//					//	////

Gambar 2.1. Check Sheet

b. Pareto Diagram

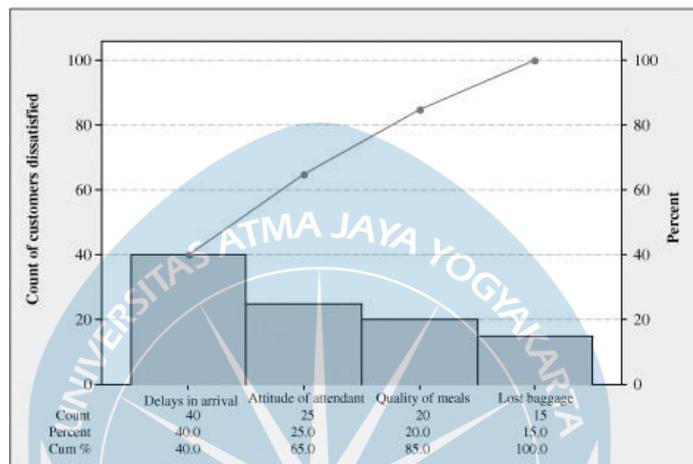
Diagram pareto merupakan alat bantu pengendalian kualitas yang ditemukan oleh Alfredo Pareto, seorang ekonom Italia. Diagram pareto adalah alat untuk manajemen kesalahan, masalah, kecacatan untuk membantu memusatkan perhatian pada penyelesaian permasalahan. Diagram pareto pada perusahaan manufaktur atau jasa menunjukkan area permasalahan atau jenis cacat mengikuti pola distribusi yang serupa. Terdapat beberapa masalah yang sering terjadi, sedangkan masalah yang lain jarang terjadi. Diagram pareto menyatakan 80% masalah ketidaksesuaian atau cacat produk disebabkan oleh 20% penyebab (Mitra, 2016). Fungsi diagram pareto adalah sebagai berikut.

- a. membantu memusatkan perhatian pada permasalahan prioritas yang harus

diperbaiki.

b. menunjukkan hasil perbaikan.

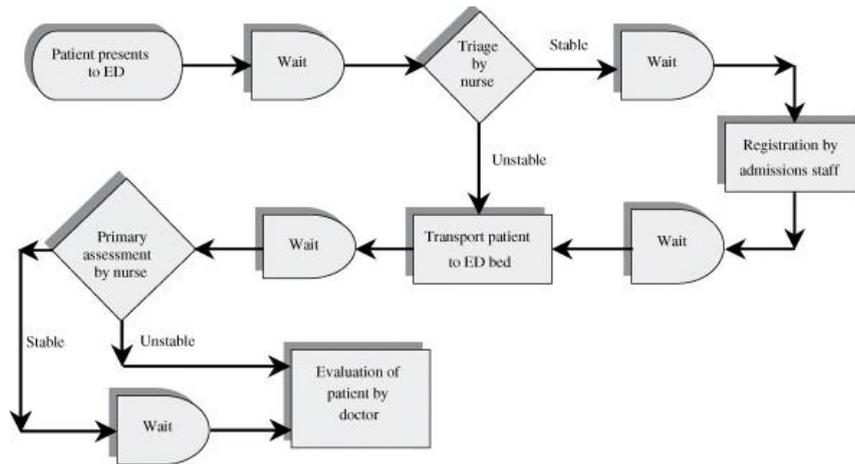
Diagram pareto membantu memprioritaskan masalah dengan mengurutkan kepentingan secara menurun. Urutan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Dalam lingkungan sumber daya yang terbatas, diagram pareto membantu perusahaan memutuskan urutan prioritas untuk mengatasi masalah.



Gambar 2.2 Diagram Pareto (Mitra, 2016)

c. *Flowchart* (Diagram Alir)

Diagram alir adalah diagram yang menunjukkan urutan kejadian suatu proses. Diagram alir digunakan dalam membuat prosedur operasional untuk menyederhanakan sistem karena diagram alir dapat mengidentifikasi *bottleneck*, langkah yang berlebihan, dan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Diagram alir dibuat berdasarkan pengetahuan personel yang terlibat langsung pada proses tertentu.



Gambar 2.3 Diagram Alir (Mitra, 2016)



d. Diagram Sebab-Akibat

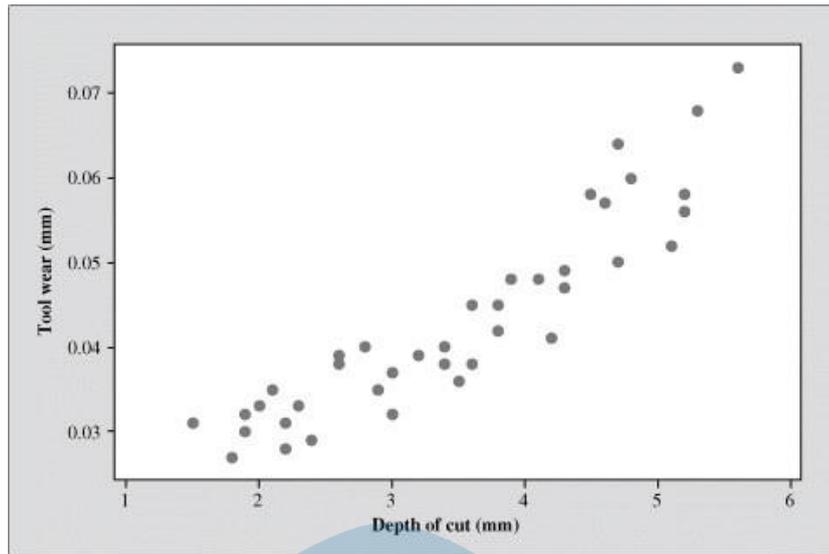
Diagram sebab-akibat ditemukan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 sehingga diagram sebab-akibat sering juga disebut diagram Ishikawa atau diagram tulang ikan karena tampilannya menyerupai tulang ikan. Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab suatu masalah. Diagram sebab-akibat berperan penting dalam menentukan penyebab yang memiliki efek terbesar. Diagram sebab-akibat membantu dalam mengidentifikasi penyebab proses tidak terkendali.



Gambar 2.4. Diagram Sebab-Akibat (Mitra, 2016)

e. *Scatterplot* atau Diagram Pencar

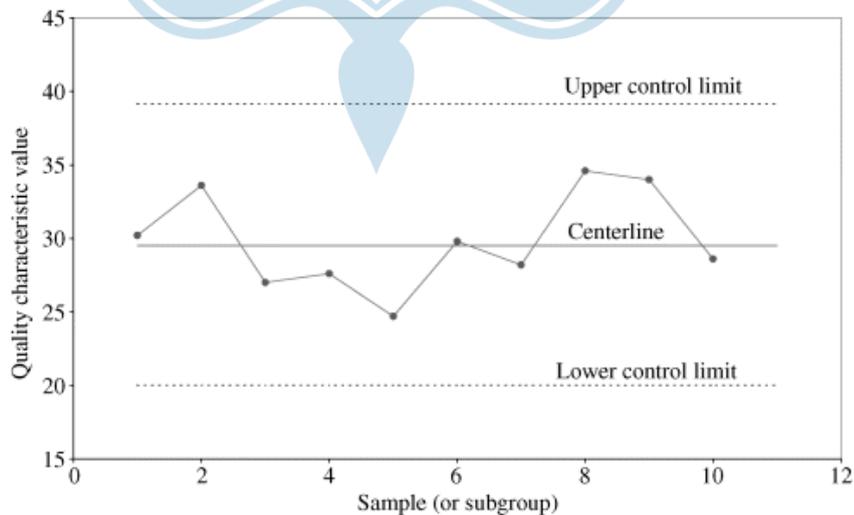
Scatterplot atau diagram pencar adalah alat bantu pengendalian kualitas yang menggambarkan hubungan dua variabel. Diagram pencar menunjukkan hubungan masalah serta akibat yang ditimbulkan. Hubungan kedua variabel ditunjukkan dengan grafik naik atau positif membentuk *scatterplot* bergaris lurus atau grafik negatif ketika dua variabel saling menjauh. Diagram pencar adalah lanjutan dari diagram sebab-akibat.



Gambar 2.5 Diagram Pencar (Mitra, 2016)

f. *Control Chart* atau Peta Kendali

Peta kendali adalah alat bantu pengendalian kualitas untuk memonitor aktivitas yang sedang berlangsung. Peta kendali ditemukan oleh Walter A. Shewhart. Nilai karakteristik kualitas terletak pada sumbu vertikal dan sampel terletak pada sumbu horizontal. Sampel dengan ukuran tertentu dan karakteristik kualitas dihitung menurut jumlah pengamatan dalam sampel lalu digambarkan pada grafik peta kendali sesuai urutan pengambilan sampel.



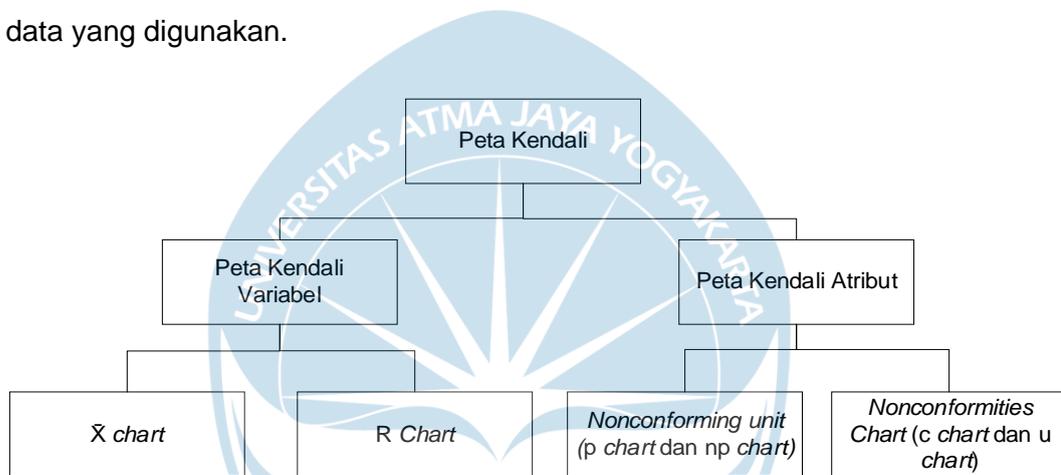
Gambar 2.6 Peta Kendali (Mitra, 2016)

Unsur yang terdapat pada peta kendali yaitu:

1. Batas Kendali Atas atau *Upper Control Limit* (UCL)
2. Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

3. Garis Pusat atau *Central Limit* (CL)
4. Grafik Data Pengamatan

Data yang digunakan dalam penggunaan peta kendali terbagi menjadi dua yaitu data variabel dan data atribut. Data variabel merupakan data yang didapatkan dari aktivitas pengukuran. Data variabel berupa bilangan atau pecahan. Data variabel adalah data yang bisa diukur dan bersifat kontinu. Sedangkan, karakteristik data atribut adalah dengan data yang dikelompokkan menurut layak atau tidaknya produk tersebut. Data atribut bersifat diskrit. Jenis peta kendali sangat bervariasi, tetapi yang sering digunakan adalah peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Gambar 2.7 menunjukkan bagan pengelompokan peta kendali berdasarkan jenis data yang digunakan.



Gambar 2.7 Bagan Pengelompokan Peta Kendali

i. Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel adalah peta kendali yang digunakan untuk data variabel. Peta kendali variabel diperuntukkan bagi data bersifat kontinu dan bisa diukur atau data kuantitatif. Peta kendali variabel terbagi menjadi dua yaitu \bar{X} chart dan R chart. \bar{X} chart ditujukan untuk menganalisis rata-rata sub kelompok data. \bar{X} chart juga digunakan untuk mengidentifikasi variasi pada nilai rata-rata sampel. R chart ditujukan untuk mengidentifikasi perbedaan ukuran pada skala yang lebih kecil (Besterfield, 2013) Persamaan 2.1. adalah perhitungan rata-rata subgroup untuk untuk \bar{X} chart dan persamaan 2.2 adalah perhitungan rata-rata subgroup untuk R chart. Persamaan 2.3.dan 2.4. adalah perhitungan batas kontrol atas atau *upper control limit* (UCL) dan batas kontrol bawah atau *lower control limit* (LCL) untuk \bar{X} chart. Persamaan 2.5. dan 2.6. adalah perhitungan batas kontrol bawah atau *lower control limit* (LCL) batas kontrol atas atau *upper control limit* (UCL) untuk R-.chart.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad (2.1)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g} \quad (2.2)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad (2.3)$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad (2.4)$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} \quad (2.5)$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R} \quad (2.6)$$

A2=

Keterangan:

- \bar{X} = rata-rata subgroup
- \bar{X}_i = rata-rata subgroup ke-i
- g = jumlah subgroup
- \bar{R} = rata-rata range subgroup
- Ri = range subgroup ke-i
- UCL = upper control limit atau batas kendali atas
- LCL = lower control limit atau batas kendali bawah
- A₂, D₃, D₄ = faktor control limit. Nilai faktor control limit pada Gambar 2.8 ditentukan dari jumlah sampel dan jenis peta kendali yang digunakan.

Observations in Sample, n	X-Charts			s-Charts						R-Charts						
	Factors for Control Limits			Factors for Centerline		Factors for Control Limits				Factors for Centerline		Factors for Control Limits				
	A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608

Gambar 2.8 Nilai A2, A3, D3, D4 (Mitra, 2016)

ii. Peta Kendali Atribut

Peta kendali atribut ditujukan bagi data yang bersifat atribut. Atribut merupakan syarat kualitas yang ditetapkan bagi barang atau jasa yang mengindikasikan barang atau jasa tersebut layak diterima atau ditolak (*defective*). Peta kendali atribut dipakai untuk menganalisis pengukuran yang sifatnya diskrit. Istilah yang sering digunakan berkaitan data atribut adalah *nonconforming* dan *nonconformity*. Kedua istilah ini sering menimbulkan kerancuan. Istilah *conforming* dan *nonconforming* dipakai untuk mentatakan *kesesuaian* dan *ketidaksesuaian*. *Nonconforming* bersinonim dengan *defective*. **Nonconforming mengacu pada keseluruhan unit. Nonconformity mengacu pada karakteristik kualitas. Satu unit produk dapat terdiri dari beberapa karakteristik kualitas, sehingga pada satu unit dimungkinkan terdapat beberapa nonconformities**, seperti cacat retak, grumpil, cacat motif, dan sebagainya. Suatu unit produk dapat memiliki beberapa *nonconformities* tetapi tidak dapat dikategorikan sebagai *nonconforming*. Contoh: sebuah ubin dikategorikan sebagai unit *nonconforming* jika terdapat 2 *nonconformities*.

Tujuan *p chart* adalah untuk menunjukkan proporsi atau persentase unit yang tidak sesuai (*defective*) pada setiap sampel. Fraksi *nonconforming* atau *p* merupakan rasio perbandingan antara jumlah unit *defective* yang diperoleh dari inspeksi dengan jumlah unit yang diinspeksi. Peta kendali dapat digunakan bagi data yang sampelnya konstan atau bervariasi. Alternatif dari perhitungan proporsi unit yang tidak sesuai (*defective*) adalah dengan menghitung jumlah unit yang tidak sesuai per sampel, cara ini dianggap lebih mudah daripada menghitung proporsi kecacatan. **Peta kendali *p* digunakan untuk melihat variabilitas kecacatan ubin dari rasio ubin cacat dalam suatu sampel produksi harian dengan banyak produksi harian.** Perhitungan dengan asumsi jumlah item yang tidak sesuai berdistribusi binomial dan ukuran sampel dapat menggunakan *np chart*. *Nonconformities* didefinisikan sebagai karakteristik kualitas yang tidak memenuhi beberapa spesifikasi. Produk yang tidak sesuai (*nonconforming item*) memiliki satu atau lebih *nonconformities* yang berpeluang untuk membuat produk tersebut tidak berfungsi. Kemungkinan lainnya adalah produk memiliki satu atau lebih *nonconformities* yang masih sesuai dengan standar. *c chart* digunakan untuk mengontrol jumlah *nonconformities* per sampel yang berukuran konstan, sedangkan *u chart* dipakai untuk mengontrol jumlah *nonconformities* per unit. Terjadinya *nonconformities* diasumsikan mengikuti distribusi *Poisson*. (Mitra, 2016). Persamaan 2.7. adalah

persamaan untuk menentukan nilai tengah *p-chart*. Persamaan 2.8. dan 2.9. adalah persamaan untuk menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah *p-chart*. Persamaan 2.10, persamaan 2.11, persamaan 2.12. adalah perhitungan untuk menghitung nilai tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah *np-chart*. Persamaan 2.13., persamaan 2.14, persamaan 2.15 adalah perhitungan untuk menghitung nilai tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah *c-chart*. Persamaan 2.16., persamaan 2.17, persamaan 2.18 adalah perhitungan untuk menghitung nilai tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah *u-chart*

$$CL_p = \frac{\sum_{i=1}^g X_i}{ng} \quad (2.7)$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.8)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.9)$$

$$CL_{np} = \frac{\sum_{i=1}^g X_i}{g} \quad (2.10)$$

$$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (2.11)$$

$$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (2.12)$$

$$CL_c = \frac{c}{g} \quad (2.13)$$

$$UCL_c = c + 3\sqrt{c} \quad (2.14)$$

$$LCL_c = c - 3\sqrt{c} \quad (2.15)$$

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^g C_i}{\sum_{i=1}^g n_i} \quad (2.16)$$

$$UCL_u = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.17)$$

$$LCL_u = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (2.18)$$

Keterangan :

- X_i = jumlah item cacat
- g = jumlah subgrup
- \bar{p} = proporsi kecacatan
- n = jumlah sampel
- \bar{c} = rata-rata tidak kesesuaian
- \bar{u} = rata-rata ketidaksesuaian per unit
- n_i = jumlah sampel ke- i
- CL = control limit atau nilai tengah

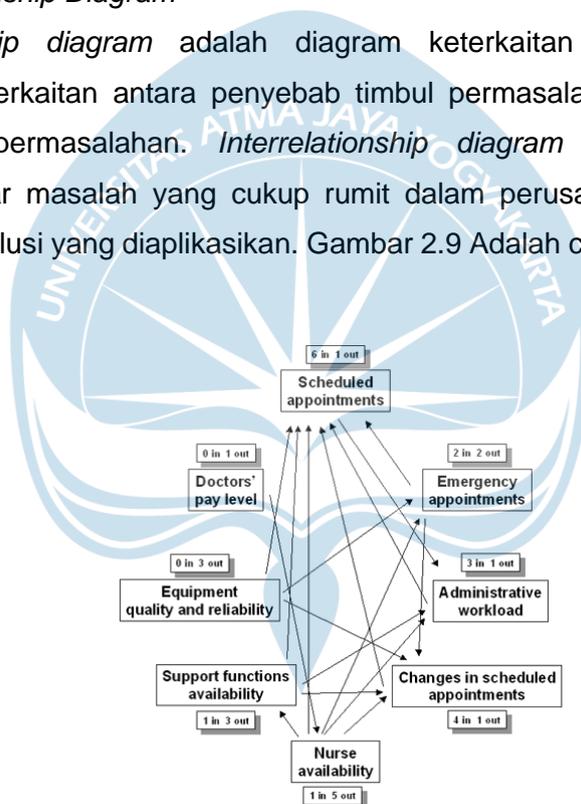
UCL = *upper control limit* atau batas kendali atas
LCL = *lower control limit* atau batas kendali bawah

2.2.4. *New Seven Tools of Quality*

New seven tools of quality adalah metode terbaru *seven tools of quality*. Fokus metode ini adalah data kualitatif untuk menjamin mutu perusahaan. Metode *new seven tools of quality* dibuat oleh insinyur dan ilmuwan Jepang dalam komunitas JUSE (*Union of Japanese Scientist and Engineers*). Metode *new seven tools* dapat mengklasifikasikan kendala secara terstruktur untuk kepentingan pengambilan keputusan dan komunikasi tim kerja.

a. *Interrelationship Diagram*

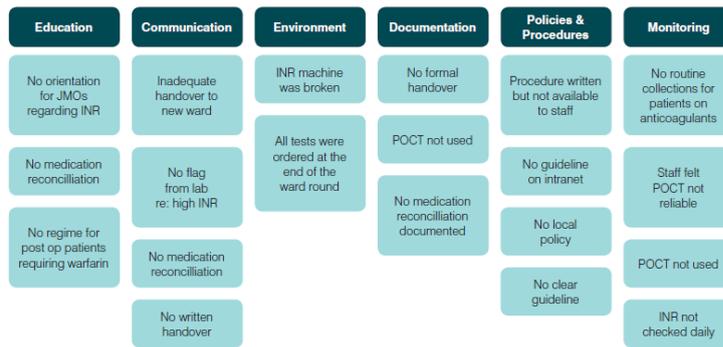
Interrelationship diagram adalah diagram keterkaitan untuk menganalisis hubungan keterkaitan antara penyebab timbul permasalahan dan akibat yang timbul dari permasalahan. *Interrelationship diagram* dapat memudahkan pemetaan akar masalah yang cukup rumit dalam perusahaan dan identifikasi pencapaian solusi yang diaplikasikan. Gambar 2.9 Adalah contoh *interrelationship diagram*.



Gambar 2.9. *Interrelationship Diagram*

b. *Affinity Diagram*

Diagram afinitas adalah alat bantu untuk mengumpulkan dan memanajemen kebutuhan informasi dan keinginan pelanggan. Diagram afinitas dimanfaatkan untuk membantu perusahaan mengidentifikasi kendala sehingga lebih mudah dan lebih cepat untuk dimengerti oleh perusahaan. Gambar 2.10 adalah contoh bentuk *affinity diagram*.



Gambar 2.10. Affinity Diagram

c. Matrix Diagram

Matrix diagram adalah diagram yang tersusun oleh kolom dan baris yang menunjukkan adanya hubungan antar dua variabel untuk memperoleh informasi terkait permasalahan untuk dilakukan perbaikan. Diagram matriks menggunakan simbol memudahkan pemahaman hubungan dua atau lebih variabel. Diagram matriks memakai simbol yang berbeda berdasarkan tujuan pembuatannya. Gambar 2. 11 adalah *matrix diagram*.

○		●	○	Texas plant	●		○	○
	○	●	●	Mississippi plant		●		○
		●	●	Alabama plant	○			●
○	○		○	Arkansas plant		○	●	
Red Lines	Zip Inc.	World-wide	Trans South		Model A	Model B	Model C	Model D
		●	○	Zig Corp.		●		
			●	Arlo Co.	○	○	○	●
○	○			Lyle Co.			○	○
	○	●		Time Inc.	●			●

● Large volume
○ Small volume

Gambar 2.11. Matrix Diagram

d. Matrix Data Analysis

Matrix data analysis adalah pengembangan *matrix diagram*. *Tools* ini dipakai untuk analisis hubungan yang telah dikaji menggunakan diagram matriks. Hubungan diagram matriks dianalisis menggunakan teknik statistik. Hubungan antara dua atau lebih variabel *pada matrix data analysis* diilustrasikan pada kedua sumbu untuk diidentifikasi memakai simbol untuk menentukan kepentingan data numerik.

Importance		Characteristics		Physical Tests							Formula						
		P	S	Description			Properties		Foam Height		Detergent		Others				
P	T	Features		Col	Clu	Per	SpGr	Visc	Ini	Fin	Den	Typ	%	F.B.	Cond.	Pres.	
		Appearance	Visual	Col	1	•								o	Δ	Δ	
Clu	1				•								Δ	Δ	o		
Perceived	Perf.		2			•							o	o	o		o
	Sr.		2				o	•					o	o	Δ		
Functional	Lather	Cop.	3						•	Δ	o	•	•	•	•		
		Dense	2								•	o	o	•			
		Dur.	1							•			o	o	•		
	Effect	Clean Hair	3										•	o	Δ	Δ	o
Shiny Hair		2										•	Δ	Δ	o		
No Tang		3													•		
Misc.	Safe	Eyes	3									o	o	o	o	•	
		Hair	3									o	o	Δ	•	•	

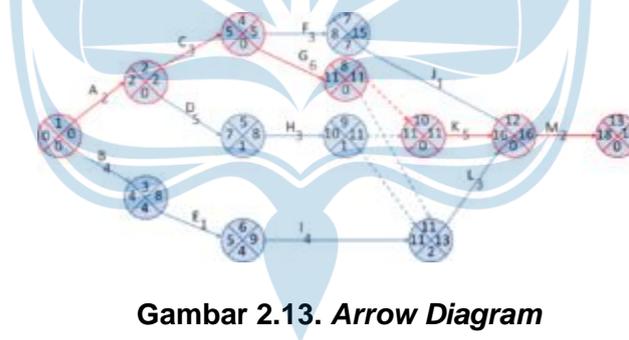
Key : • - Strong o - Medium Δ - Weak

Example of Matrix Diagram – Shampoo Features and characteristics

Gambar 2.12. Matrix Data Analysis

e. Arrow Diagram

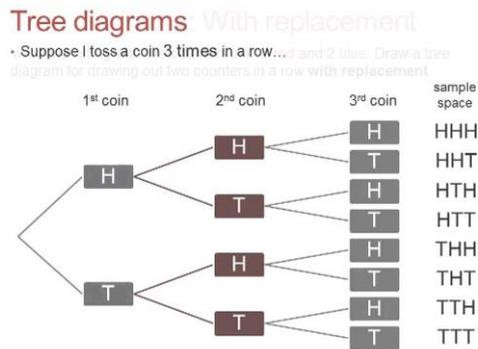
Arrow diagram digunakan untuk membuat rencana jadwal guna meningkatkan produktivitas. Elemen yang dibutuhkan untuk membuat *arrow diagram* adalah durasi proses guna mencegah proses yang bertabrakan. Diagram panah menghasilkan informasi yang memengaruhi penjadwalan dan urutan proses agar berjalan seimbang. Berikut merupakan Gambar 2.13. *Arrow Diagram*.



Gambar 2.13. Arrow Diagram

f. Tree Diagram

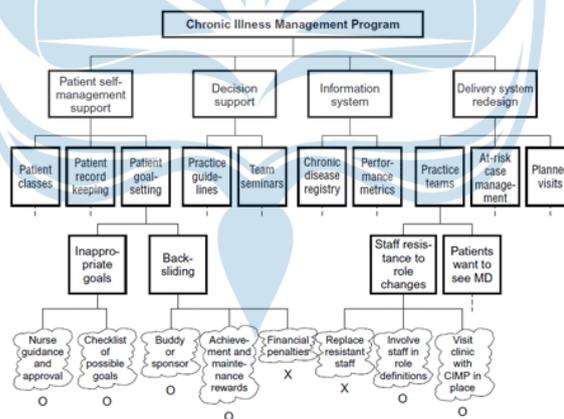
Tree diagram bertujuan untuk analisis kendala dan perancangan solusi secara bertahap untuk mendapatkan strategi yang tepat dalam penyelesaian masalah. Diagram pohon dibuat dengan penentuan satu variabel yang akan bercabang menjadi dua atau lebih yang membentuk sebuah pohon. Gambar 2.14 adalah tree diagram.



Gambar 2.14. Tree Diagram

g. Process Decision Program Chart

PDPC adalah alat untuk menganalisis potensi terjadi kejadian dalam proses penyelesaian masalah. Output PDPC dipakai untuk mengambil tindakan apabila terjadi risiko dalam proses penyelesaian masalah. PDPC dibuat ketika perusahaan ingin menerapkan rencana untuk mencapai tujuan berdasarkan jadwal yang disusun dalam waktu singkat. Gambar 2.15 adalah *Process Decision Program Chart*.



Gambar 2.15. Process Decision Program Chart

2.2.5. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah teknik analisis data yang termasuk dalam uji asumsi klasik. Penggunaan uji normalitas merupakan syarat utama sebelum melanjutkan teknik analisis data selanjutnya. Pengujian normalitas data merupakan uji untuk menentukan kualitas data baik sebelum melanjutkan ke analisis data selanjutnya. Uji normalitas adalah bagian dari teknik analisis data statistik parametrik. Bila suatu data tidak normal, statistik parametrik tidak bisa digunakan, tetapi menggunakan

statistik nonparametrik (Sugiyono, 2015). Uji normalitas terdiri dari beberapa jenis pengujian yaitu:

1. Uji normalitas Kolmogorov Smirnov

Uji Kolmogorov Smirnov adalah tes nonparametric dari persamaan kontinu. Uji normalitas Kolmogorov Smirnov digunakan sebagai uji goodness of fit, sampel ini distandarisasi dan dibandingkan dengan distribusi normal standar. Pengujian Kolmogorov Smirnov digunakan untuk pengujian goodness of fit antara distribusi sampel dengan distribusi lainnya. Uji ini membandingkan data sampel terhadap distribusi normal dengan nilai mean dan standar deviasi yang sama.

2. Uji normalitas Anderson Darling

Uji Anderson Darling merupakan uji kenormalan untuk mengetahui distribusi data sampel. Uji ini adalah modifikasi Kolmogorov Smirnov. Uji Anderson Darling dapat digunakan pada sebaran data normal, lognormal, eksponensial, weibull, dan sebaran logistik. Anderson Darling menggunakan distribusi data dalam perhitungan nilai kritis. Anderson Darling menggunakan *p-value*. *P-value* merupakan peluang sampel diuji terletak pada distribusi normal pada suatu populasi. Jika *p-value* lebih kecil dari 0,05 maka data tidak normal.

Pada Minitab, Anderson Darling digunakan untuk membandingkan fungsi kumulatif distribusi dari data sampel dengan nilai harapan dari data. Jika perbedaan nilai observasi data cukup besar, maka uji ini menolak hipotesis nol yaitu data tidak tersebar normal.

3. Uji normalitas Lilliefors

Uji normalitas Lilliefors adalah pengujian normalitas yang digunakan untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak pada data tunggal. Uji Lilliefors menggunakan data tunggal yang belum diolah pada tabel distribusi frekuensi. Data ditransformasikan ke nilai Z untuk dihitung luasan kurva normalnya sebagai probabilitas kumulatif normal. Perbedaan probabilitas dibandingkan dengan probabilitas kumulatif empiris. Perbedaan terbesar akan dibandingkan menggunakan tabel Lilliefors.

4. Uji normalitas Shapiro-Wilk

Uji Shapiro Wilk adalah metode pengujian normalitas yang efektif untuk digunakan pada sampel berjumlah sedikit. Uji Shapiro Wilk memiliki keterbatasan pada ukuran sampel maksimal 50 data. Uji ini adalah uji pertama yang bisa mendeteksi kenormalan data menurut skewness dan kurtosis atau keduanya.

2.2.6. Uji Anova Satu Arah (*One Way Anova*)

Anova, analysis of variance, atau analisis varian merupakan metode analisis statistika dalam statistika inferensial. Analisis varian dikemukakan pertama kali oleh Ronald Fisher, Bapak statistika modern. Analisis varians adalah salah satu teknik analisis multivariate yang berfungsi untuk menganalisis perbedaan rata-rata dua kelompok data dengan membandingkan variansinya. Analisis varian tergolong dalam kategori statistik parametrik. Rumus anova harus terlebih dahulu dilakukan uji asumsi yang terdiri dari normalitas, heterokedastisitas, dan random sampling (Ghozali, 2009).

Agar valid dalam menafsirkan hasilnya, analisis varians memiliki asumsi yang harus dipenuhi dalam perancangan percobaan. Asumsi analisis varian yang harus dipenuhi adalah:

1. *Homogeneity of variance*: variabel dependen harus memiliki varian yang sama dalam kategori variabel independen. Jika ada lebih dari satu variabel independen, maka harus ada *homogeneity of variance* dalam *cell* yang dibentuk oleh variabel independen kategorikal.
2. *Random sampling*: ditujukan untuk uji signifikansi, maka subyek dalam grup harus diambil secara acak.
3. *Multivariate normality*: ditujukan untuk uji signifikansi, sehingga variabel mengikuti distribusi normal multivariate. Variabel dependen terdistribusi normal dalam kategori variabel independen. Anova masih tetap *robust* walau terdapat penyimpangan asumsi *multivariate normality* (Ghozali, 2009).

Uji hipotesis pada uji Anova bertujuan untuk membandingkan rata-rata dari dua populasi atau lebih yang diwakili oleh beberapa kelompok sampel secara bersama-sama, maka model matematisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k \quad (2.19)$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \dots \neq \mu_k \quad (2.20)$$

Keterangan:

μ : rata-rata populasi

H_0 : seluruh mean populasi adalah sama

H_1 : terdapat perbedaan mean pada populasi