

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis dan Pembahasan Tahap *Define*

Tahapan dalam metode *six sigma* terdiri dari 5 tahapan penyelesaian. Salah satunya tahap awal yang dilakukan yaitu tahap *define*. Tahap ini berkaitan dengan mengidentifikasi masalah proses produksi atau produk yang mengalami kesalahan atau kegagalan sehingga perlu dilakukan perbaikan pada produk genteng di UMKM AR Genteng KTL (Dewi dan Ummah, 2019). Pada tahap *define* dalam penelitian ini berupa penjelasan mengenai permasalahan yang ada di UMKM AR Genteng KTL, pembuatan *project charter* untuk mengetahui informasi penelitian yang telah dilakukan, pembuatan diagram SIPOC untuk mengetahui alur proses pembuatan produk genteng dari *supplier* sampai dengan konsumen, dan penentuan karakteristik kualitas dari produk genteng yang akan diperbaiki.

Project charter yang dibuat dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ringkasan penelitian yang telah dilakukan. *Project charter* berisikan identitas peneliti, yaitu Dian Elnia Kusuma Ningrum dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sebagai institusi berasal. Penelitian di UMKM AR Genteng KTL dimulai sejak tanggal 07 Januari 2024 sampai dengan 01 Maret 2024. Pada waktu penelitian tersebut dilakukan pengambilan data berupa data primer dan data sekunder. Permasalahan dan tujuan yang diteliti juga dijelaskan secara ringkas pada *project charter*, yaitu berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah cacat produk pada periode bulan Januari 2024 hingga Februari 2024 masih terdapat produk yang mengalami kegagalan (*reject*) pada genteng. Kecacatan ini menimbulkan waktu tambahan dalam memperbaiki produk (*rework*), sehingga dibutuhkan metode perbaikan kualitas yang mendukung permasalahan tersebut agar kepuasan konsumen dapat tercapai dengan baik dan meningkatkan reputasi UMKM tersebut.

Diagram SIPOC digunakan untuk menyajikan informasi mengenai aliran kerja proses produksi yang memuat lima elemen utama dalam sistem kualitas

dimulai dari pengadaan bahan baku (*supplier*), bahan baku yang digunakan (*input*), proses produksi (*process*), produk yang dihasilkan (*output*) hingga produk dipasarkan ke konsumen (*customer*) (Ulfah dan Auliandri, 2019). UMKM AR Genteng KTL memiliki bahan baku tanah liat, tanah merah, pasir, air, kayu bakar, minyak solar, dan minyak *press*. Bahan baku tanah liat didapatkan dari Daerah Cigading, Citangkil, dan Mancak yang dijual perorangan atau individu, bahan baku tanah merah didapatkan dari sawah Daerah Mancak yang dijual perorangan atau individu, bahan baku pasir didapatkan dari toko bangunan Jeffry, bahan baku air didapatkan dari sumur pribadi atau milik sendiri, bahan baku kayu bakar didapatkan secara perorangan yang dijual, bahan baku minyak solar didapatkan dari Daerah Ciwandan yang dijual oleh perorangan, dan minyak *press* didapatkan dari Daerah Palembang yang dijual oleh perorangan. Selanjutnya proses produksi yang mencakup pembuatan genteng seperti pencampuran dan pengadukan, penggilingan, pencetakan, peng-anginan dan pengeringan, pembakaran, pemilahan genteng, dan penyimpanan produk genteng. Produk yang dihasilkan berupa genteng yang berukuran $30 \times 10 \times 3$ cm. Kemudian produk genteng tersebut dipasarkan ke toko material bangunan Daerah Pandeglang dan distribusikan kepada semua kalangan masyarakat Daerah Banten.

Selanjutnya menentukan *Critical to Quality* (CTQ) yang terjadi pada proses produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL. *Critical to Quality* (CTQ) merupakan atribut terpenting dalam kualitas yang berhubungan langsung dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan (Utomo, Jumali dan Salsabila, 2022). Tujuan CTQ untuk menentukan unsur-unsur kritis pada kualitas produk yang dapat mengakibatkan kecacatan produk. Tahap menentukan *Critical to Quality* (CTQ) terdapat dua pendekatan, yaitu pendekatan pertama dilakukan dengan mengidentifikasi cacat yang paling dominan dengan kumulatif 80% pada diagram Pareto dan pendekatan kedua dilakukan dengan menetapkan keseluruhan karakteristik cacat untuk penggunaan *six sigma* menjadi CTQ sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Zulkarnain dan Wicaksono, 2021). Pada penelitian ini menentukan *Critical to Quality* (CTQ) dengan pendekatan kedua yaitu penetapan semua karakteristik *defect* pada produk genteng. CTQ yang terjadi

dalam proses produksi genteng terdapat 4 jenis, seperti cacat pecah, retak, gompal, dan warna gosong. Cacat pecah pada produk genteng biasanya terpisah menjadi dua atau lebih bagian genteng. Cacat retak merupakan keadaan dimana adanya garis retakan yang muncul pada permukaan genteng diakibatkan proses pembakaran dengan suhu yang tidak merata. Cacat gompal merupakan keadaan dimana adanya lubang kecil atau rongga yang besar, terutama pada bagian tengah atau pangkal genteng. Cacat warna gosong merupakan keadaan warna pada permukaan genteng yang tidak merata atau terlihat seperti terbakar gosong atau menghitam.

5.2 Analisis dan Pembahasan Tahap *Measure*

Setelah mengidentifikasi masalah yang terjadi dalam proses produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL, maka langkah selanjutnya yaitu tahap *measure*. Tahap *measure* dilakukan untuk mengukur seberapa jauh kinerja UMKM AR Genteng KTL pada saat ini yang mana akan ditetapkan sebagai kinerja dasar. Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dengan perhitungan peta kendali atribut dengan jenis peta kendali p dan perhitungan nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan nilai *sigma*.

5.2.1 Analisis Peta Kendali p

Peta kendali merupakan salah satu alat pengendalian proses statistika yang digunakan untuk menganalisa hasil dari suatu proses apakah terkendali secara statistik. Pada peta kendali terdapat batas kendali yang menjadi titik-titik kritis dari data yang diolah, seperti *Upper Control Limit* (UCL), *Center Line* (CL), dan *Lower Control Limit* (LCL) (Prabudy, 2000). Peta kendali terbagi menjadi dua macam, yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Pada penelitian ini menggunakan peta kendali atribut yang digunakan untuk mengendalikan proses dengan data berupa karakteristik yang memenuhi atau tidak memenuhi spesifikasi. Peta kendali atribut yang digunakan yaitu jenis peta kendali p. Peta kendali p termasuk kedalam cacat *defect* yang bertujuan untuk mengetahui proporsi atau persentase cacat produk dalam setiap *batch* produk. Peta kendali tersebut mempunyai jumlah sampel tiap inspeksi diambil secara periodik dan jumlah sampelnya berbeda-beda tiap inspeksi atau pengamatan (Amalia, Suharsono dan Paramita, 2019).

Pada tahap *measure* ini dilakukan pengolahan data dengan membuat peta kendali p seperti pada Gambar 18. Berdasarkan hasil pengolahan data peta kendali tersebut memberikan gambaran terkait kinerja produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL selama periode Bulan Januari 2024 sampai dengan Bulan Februari 2024 cukup stabil namun belum terkendali. Hal ini dapat dilihat karena masih terdapat 1 data proporsi yang keluar dari batas kendali atas yaitu data produksi pada minggu ke-3 dengan nilai CL sebesar 0,014 dan UCL sebesar 0,013, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi data produksi minggu ke-3. Setelah melakukan perbaikan pada peta kendali p yang dapat dilihat pada Gambar 19. Berdasarkan gambar peta kendali p perbaikan tersebut memberikan gambaran bahwa kinerja produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL sudah stabil dan terkendali secara statistik karena nilai proporsi masih berada dalam batas kendali atas dan batas kendali bawah.

5.2.2 Analisis Defect per Million Opportunities (DPMO) dan Nilai Sigma

Berdasarkan hasil analisis pengolahan data peta kendali p guna mengetahui proses terkendali secara statistik atau tidak, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan nilai *sigma* untuk mengetahui ukuran performansi aktual UMKM berdasarkan tingkat pencapaian *sigma*. *Defect per Million Opportunities* (DPMO) adalah ukuran kegagalan dalam peningkatan kualitas *six sigma* yang menunjukkan jumlah cacat atau kegagalan per satu peluang (Saputri, Vitasari dan Adriantantri, 2022). Nilai *sigma* merupakan pencapaian level *sigma* yang diperoleh dalam suatu proses yang diteliti berdasarkan tingkat pencapaian *sigma* yang telah ditetapkan. Semakin mendekati nilai 6 tingkat pencapaian *sigma*, maka semakin baik kinerja perusahaan. Sebaliknya, semakin tinggi nilai DPMO, maka semakin buruk kinerja perusahaan (Gaspersz, 2002).

Adapun hasil pengolahan data nilai DPMO dan nilai *sigma* pada Tabel 14, dapat diketahui nilai rata-rata DPMO dari hasil produksi genteng sebesar 1627. Artinya dalam setiap satu juta produk genteng yang diproduksi terdapat 1627 buah genteng yang dinyatakan sebagai produk *reject*. Kemudian hasil nilai DPMO dikonversi menjadi nilai rata-rata *sigma* pada produk genteng sebesar 4,47. Berdasarkan hasil rata-rata nilai *sigma* menunjukkan bahwa tingkat pencapaian

sigma pada proses produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL termasuk ke dalam rata-rata industri USA. Meskipun nilai tersebut menunjukkan bahwa UMKM ini sudah termasuk ke dalam kondisi baik, namun masih ada kemungkinan produk yang dihasilkan tidak selalu konsisten. Maka dari itu, UMKM AR Genteng KTL harus tetap meningkatkan kualitas proses produksi hingga mencapai tingkat 6 *sigma* agar usaha tersebut bisa dikatakan sempurna.

Hal tersebut sejalan dengan penelitian Kusumawati dan Fitriyeni (2017) mengenai pengendalian kualitas proses pengemasan gula dengan pendekatan *six sigma*. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *six sigma* berupa pengukuran *baseline* kinerja perusahaan pada tahap pengukuran yaitu rata-rata nilai *sigma* sebesar 5,12 dengan rata-rata DPMO sebesar 162,4532. Secara penilaian *sigma* dapat diartikan bahwa proses pengendalian kualitas yang telah dilakukan sudah berjalan dengan baik. Akan tetapi, pengendalian kualitas masih tetap diperlukan untuk meningkatkan nilai *sigma* yang diperoleh dalam rangka meminimalkan kemungkinan cacat terulang kembali. Nilai DPMO berpengaruh terhadap perubahan nilai *sigma*, semakin rendah nilai DPMO maka semakin tinggi nilai *sigma* yang dihasilkan.

5.3 Analisis dan Pembahasan Tahap *Analyze*

Tahap *Analyze* merupakan tahapan ketiga dalam metode *six sigma*. Pada tahap ini yang dilakukan yaitu menganalisis hubungan sebab akibat terjadinya cacat produk genteng di UMKM AR Genteng KTL. *Output* sebab paling utama pada diagram *fishbone* menjadi input pada metode FMEA yang digunakan untuk menganalisis risiko kegagalan yang terjadi pada proses produksi genteng.

5.3.1 Analisis Diagram *Fishbone*

Setelah mengetahui analisis terhadap kinerja dasar UMKM AR Genteng KTL dengan perhitungan peta kendali p dan DPMO serta nilai *sigma*, selanjutnya mencari akar penyebab masalah yang dihadapi oleh UMKM tersebut dengan menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* bertujuan untuk mengidentifikasi sebab dan akibat dari suatu permasalahan. Diagram ini dibuat berdasarkan *brainstorming* dengan pekerja dengan beberapa faktor-faktor utama pada umumnya, yaitu mesin (*machine*), metode (*method*), manusia (*man*), bahan

baku (*material*), dan lingkungan (*environment*). Diagram ini sangat berguna dalam peningkatan kualitas dikarenakan dapat menggambarkan akar-akar permasalahan ke dalam bentuk yang sederhana (Setybudhi, 2020).

Pada penelitian ini diagram *fishbone* dibuat untuk semua jenis CTQ yang terjadi pada *defect* produk genteng. Dengan menganalisis keempat cacat utama yang teridentifikasi pada

Tabel 12 dapat memastikan bahwa semua penyebab potensial teridentifikasi pada proses produksi genteng dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Pada Gambar 20 dapat diketahui bahwa faktor-faktor utama penyebab masalah cacat pecah disebabkan oleh lima faktor, yaitu mesin (*machine*), metode (*method*), bahan baku (*material*), manusia (*man*), dan lingkungan (*environment*). Pada faktor mesin yang menjadi penyebab terjadinya cacat pecah adalah kondisi mesin molen aus disebabkan efektivitas mesin berkurang akibat kurang perawatan dan pemeliharaan yang disebabkan karena tidak ada pengecekan mesin secara rutin, penyebab lain yaitu *setting* mesin molen tidak sesuai dengan adukan jenis tanah liat disebabkan oleh teknik pemrosesan yang tidak tepat karena ketidakuratan dalam pengaturan mesin molen. Pada faktor metode, cacat pecah disebabkan oleh pengeringan yang tidak merata pada rak penyimpanan saat proses pengeringan disebabkan metode pengeringan masih manual karena keterbatasan penggunaan metode pendukung, penyebab lainnya yaitu perbedaan persepsi produk cacat antar pekerja diakibatkan kurang pengetahuan pekerja terhadap jenis produk cacat akibat belum adanya standar *reject* produk. Pada faktor bahan baku, cacat pecah disebabkan oleh kualitas bahan baku yang tidak sesuai dikarenakan pemasok bahan baku yang berbeda menyebabkan tidak ada pemeriksaan bahan baku yang datang, penyebab lainnya yaitu komposisi bahan baku yang tidak standar diakibatkan bahan baku terkontaminasi karena kualitas bahan baku yang beragam. Pada faktor manusia, cacat pecah disebabkan oleh pekerja yang kurang teliti saat proses QC diakibatkan kurang fokus dan kurang pelatihan karena intensitas ngobrol dengan pekerja lainnya cukup tinggi dan disebabkan oleh tidak ada informasi untuk mengikuti pelatihan terkait proses QC, penyebab lainnya yaitu konsentrasi menurun dikarenakan jumlah produksi tidak merata yang menyebabkan operator kelelahan

karena beban kerja yang berlebihan. Pada faktor lingkungan, cacat pecah disebabkan oleh tempat penjemuran yang terbuka menyebabkan paparan sinar matahari secara langsung pada genteng.

Pada Gambar 21 dapat diketahui bahwa faktor-faktor utama penyebab masalah cacat retak disebabkan oleh lima faktor, yaitu mesin (*machine*), metode (*method*), bahan baku (*material*), manusia (*man*), dan lingkungan (*environment*). Pada faktor mesin, cacat retak disebabkan oleh akurasi mesin berkurang dikarenakan kondisi mesin cetak aus akibat kurang pemeliharaan dan perawatan yang disebabkan tidak adanya pengecekan mesin cetak secara rutin, penyebab lainnya yaitu *setting* kecepatan putaran mesin terlalu tinggi atau terlalu rendah disebabkan oleh kecepatan gulungan mesin belum stabil saat dioperasikan karena kalibrasi mesin yang tidak tepat. Pada faktor metode, cacat retak disebabkan oleh pengeringan yang tidak merata atau terlalu cepat diakibatkan metode pengeringan masih manual karena tidak ada penggunaan metode pendukung. Pada faktor bahan baku, cacat retak disebabkan oleh kualitas bahan baku yang tidak sesuai diakibatkan pemasok bahan baku yang berbeda akibat tidak ada pemeriksaan saat bahan baku datang, penyebab lain yaitu komposisi pasir dengan bahan baku tidak standar diakibatkan pasir terkontaminasi dengan bahan asing karena kurangnya pemeriksaan oleh pemasok. Pada faktor manusia, cacat retak disebabkan oleh ketebalan yang tidak merata akibat pekerjaan yang terburu-buru disebabkan operator mengejar target produksi karena kurangnya tenaga kerja menyebabkan jam kerja yang tidak teratur. Pada faktor lingkungan, cacat retak disebabkan oleh kondisi cuaca yang berubah-ubah diakibatkan perubahan suhu yang tidak stabil yang menyebabkan kelembapan tinggi.

Pada Gambar 22 dapat diketahui bahwa faktor-faktor utama penyebab masalah cacat gompal disebabkan oleh empat faktor, yaitu metode (*method*), manusia (*man*), lingkungan (*environment*), dan mesin (*machine*). Pada faktor metode, cacat gompal disebabkan oleh kadar air yang tinggi diakibatkan bahan pengencer yang terlalu berlebihan karena tidak ada alat ukur untuk mengukur jumlah bahan pengencer, penyebab lain yaitu pengeringan yang tidak merata dikarenakan metode pengeringan masih manual akibat tidak ada penggunaan

metode pendukung. Pada faktor manusia, cacat gompal disebabkan oleh kurang hati-hati saat memindahkan genteng diakibatkan operator tergesa-gesa karena kurangnya sumber daya manusia dan kurang hati-hati saat mengangkat dan meletakkan genteng diakibatkan kurangnya pemahaman cara pegangkatan karena operator kurang pelatihan yang diakibatkan tidak ada informasi mengenai pelatihan terkait, penyebab lainnya yaitu kurang hati-hati saat memindahkan genteng diakibatkan operator tergesa-gesa karena kurang sumber daya manusia. Pada faktor lingkungan, cacat gompal disebabkan oleh kelembapan yang tinggi karena sirkulasi udara yang kurang baik akibat ruang pengeringan yang tertutup, penyebab lain yaitu genteng terkontaminasi bahan-bahan asing diakibatkan rak pengeringan kurang bersih karena sirkulasi udara yang tidak teratur. Pada faktor mesin, cacat gompal disebabkan oleh ketidaksesuaian proporsi bahan saat proses pencampuran diakibatkan penggunaan alat ukur yang tidak akurat karena alat ukur masih manual atau perkiraan.

Pada Gambar 23 dapat diketahui bahwa faktor-faktor utama penyebab masalah cacat warna gosong disebabkan oleh empat faktor, yaitu mesin (*machine*), manusia (*man*), lingkungan (*environment*), dan metode (*method*). Pada faktor mesin, cacat warna gosong disebabkan oleh kondisi suhu pembakaran yang kurang terkontrol akibat tidak adanya alat pengontrol suhu. Pada faktor manusia, cacat warna gosong disebabkan oleh kurangnya pemantauan terhadap proses pembakaran diakibatkan oleh respon lambat terhadap perubahan waktu pembakaran karena kurangnya pemahaman tentang proses pembakaran akibat operator kurang pelatihan karena tidak ada informasi terkait pelatihan. Pada faktor lingkungan, cacat warna gosong disebabkan oleh pemanasan yang tidak merata terhadap genteng akibat ruang pembakaran genteng yang terbatas. Pada faktor metode, cacat warna gosong disebabkan oleh pembakaran yang tidak merata dikarenakan metode pembakaran masih manual akibat keterbatasan teknologi canggih karena tidak ada biaya untuk meng-*upgrade* metode tersebut, penyebab lainnya yaitu peningkatan risiko penumpukkan panas disebabkan oleh penempatan genteng yang terlalu rapat karena penyusunan genteng yang bertumpuk-tumpuk mengakibatkan kurangnya perencanaan penyusunan genteng.

5.3.2 Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis risiko kegagalan dan mengurangi potensi mode kegagalan suatu masalah serta eror yang terjadi pada sistem, desain, dan proses yang dihasilkan sebelum hasil produksi sampai ke tangan konsumen. Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor dari masing-masing mode kegagalan berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*). Secara umum terdapat dua macam FMEA, yaitu FMEA desain dan FMEA proses. FMEA desain difokuskan pada desain produk yang akan dikembangkan, sedangkan FMEA proses melakukan pengamatan pada kegiatan proses produksi untuk dikembangkan.

Pada penelitian ini menggunakan metode FMEA proses untuk menghasilkan beberapa modifikasi terhadap penggunaan analisis risiko kegagalan pada proses produksi genteng yang sedang berlangsung. Tujuan penerapan metode ini untuk meminimasi kemungkinan terjadi proses produksi yang tidak sesuai. Metode FMEA ini akan mengidentifikasi risiko kegagalan mengenai produk *defect* genteng dari masing-masing CTQ. Hal tersebut ditunjukkan pada Tabel 15 dapat diketahui *ranking* berdasarkan nilai RPN yang sudah dihitung pada cacat pecah genteng. Berdasarkan hasil analisis FMEA diketahui bahwa efek kegagalan dari cacat pecah genteng memiliki nilai tingkat keparahan antara 5-9, artinya tingkat keparahan berkisar dari rendah hingga berbahaya tanpa peringatan sehingga operator akan mengalami dampak yang cukup serius. Hal tersebut menyebabkan terjadinya penurunan performa yang mengakibatkan produk cacat terulang kembali. Kemudian nilai tingkat kejadian (*occurrence*) antara 2-9 yang menunjukkan frekuensi terjadinya kegagalan produk kisaran rendah hingga sangat tinggi. Nilai tingkat deteksi (*detection*) antara 2-4 yang menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan produk kisaran sangat tinggi hingga menengah. Berdasarkan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, maka nilai RPN tertinggi sebesar 144 yaitu kualitas bahan baku yang beragam sehingga menyebabkan komposisi bahan baku tidak standar yang menimbulkan efek kegagalan genteng mudah pecah. Berdasarkan nilai RPN tertinggi dapat ditarik kesimpulan bahwa perbaikan

penyebab kegagalan produk akibat faktor tersebut harus menjadi prioritas utama. Akan tetapi, nilai RPN dari faktor lainnya berada pada kisaran 140-20, maka harus dilakukan perbaikan juga.

Pada Tabel 16 diketahui hasil analisis FMEA untuk jenis cacat retak genteng bahwa efek kegagalan dari cacat tersebut memiliki tingkat keparahan antara 5-7 yang menunjukkan dampak permasalahan dari efek yang terjadi kisaran rendah hingga tinggi. Kemudian nilai tingkat kejadian (*occurrence*) antara 2-8 yang menunjukkan frekuensi terjadinya kegagalan produk kisaran rendah hingga tinggi dalam proses produksi genteng berlangsung. Nilai tingkat deteksi (*detection*) antara 2-4 yang menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan produk kisaran sangat tinggi hingga menengah. Berdasarkan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, maka nilai RPN tertinggi sebesar 112 yaitu kondisi cuaca yang berubah-ubah sehingga menyebabkan kelembapan yang tinggi yang menimbulkan efek kegagalan genteng mudah retak. Nilai RPN dari faktor lainnya kisaran 100-36 yang menunjukkan harus dilakukan perbaikan juga.

Pada Tabel 17 diketahui hasil analisis FMEA untuk jenis cacat gompal pada genteng bahwa efek kegagalan dari cacat tersebut memiliki tingkat keparahan antara 4-6 yang menunjukkan dampak permasalahan dari efek kegagalan yang terjadi kisaran sangat rendah hingga sedang. Kemudian nilai tingkat kejadian (*occurrence*) antara 3-9 yang menunjukkan frekuensi terjadinya kegagalan produk selama produksi berlangsung kisaran rendah hingga sangat tinggi. Nilai tingkat deteksi (*detection*) antara 2-5 yang menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi kerusakan produk selama proses produksi berlangsung kisaran sangat tinggi hingga sedang. Berdasarkan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, maka nilai RPN tertinggi sebesar 108 yaitu sirkulasi udara yang tidak teratur sehingga menyebabkan genteng terkontaminasi bahan-bahan asing yang menimbulkan efek genteng tercampur dengan material lain. Nilai RPN dari faktor lainnya kisaran 100-54 yang menunjukkan harus dilakukan perbaikan juga.

Pada Tabel 18 diketahui hasil analisis FMEA untuk jenis cacat warna gosong pada genteng bahwa efek kegagalan dari cacat tersebut memiliki tingkat keparahan (*severity*) antara 5-6 yang menunjukkan dampak permasalahan dari efek

yang ditimbulkan terjadi kisaran rendah hingga sedang. Kemudian nilai tingkat kejadian (*occurrence*) antara 2-9 yang menunjukkan frekuensi terjadinya kegagalan produk selama produksi berlangsung kisaran rendah hingga sangat tinggi. Nilai tingkat deteksi (*detection*) antara 2-4 yang menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi kerusakan produk selama proses produksi berlangsung kisaran sangat tinggi hingga menengah. Berdasarkan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, maka nilai RPN tertinggi sebesar 162 yaitu kurangnya perencanaan penyusunan genteng sehingga menyebabkan peningkatan risiko penumpukkan panas yang menimbulkan efek warna genteng hitam. Nilai RPN faktor lainnya kisaran 72-36 yang menunjukkan harus dilakukan perbaikan juga.

5.4 Analisis dan Pembahasan Tahap *Improve*

Tahap *Improve* merupakan tahapan keempat yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan kualitas dalam metode *six sigma*. Pada tahap ini dilakukan upaya untuk mengetahui usulan perbaikan kualitas produk genteng di UMKM AR Genteng KTL. Usulan perbaikan pada penelitian ini menggunakan *action planning* FMEA dan metode Taguchi.

5.4.1 Analisis *Action Planning* FMEA

Setelah mengetahui nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari masing-masing mode kegagalan FMEA, maka tahap selanjutnya adalah membuat usulan perbaikan menggunakan *action planning* terhadap permasalahan yang diidentifikasi sebelumnya berdasarkan *ranking* nilai RPN dari masing-masing jenis CTQ produk genteng. Pada Tabel 19 diketahui hasil usulan perbaikan dari masing-masing mode kegagalan untuk cacat pecah genteng bahwa berdasarkan mode kegagalan peringkat 1 yaitu komposisi bahan baku yang tidak standar disebabkan kualitas bahan baku yang beragam dengan usulan perbaikan yang direkomendasikan adalah menetapkan standar spesifikasi bahan baku yang jelas dan rinci, serta mengukur kebutuhan tiap bahan baku dengan alat ukur. Mode kegagalan peringkat 2 yaitu kualitas bahan baku yang tidak sesuai disebabkan tidak ada pemeriksaan saat bahan baku datang dengan rekomendasi perbaikannya adalah membuat SOP mengenai kontrol kualitas setelah bahan baku datang dan menjalin kerja sama yang erat dengan pemasok bahan baku terkait spesifikasi yang

diinginkan. Mode kegagalan peringkat 3 yaitu *setting* mesin molen tidak sesuai dengan adukan jenis tanah liat disebabkan ketidakuratan dalam pengaturan mesin molen dengan rekomendasi perbaikannya yaitu membuat SOP untuk pengaturan *setting* mesin dan mengadakan pelatihan pekerja terkait pengaturan mesin molen. Mode kegagalan peringkat 4 yaitu pengeringan yang tidak merata disebabkan keterbatasan penggunaan metode pendukung dengan rekomendasi perbaikan yaitu menjalin kerja sama dengan pemasok teknologi canggih untuk mendapatkan saran penggunaan teknologi canggih. Mode kegagalan peringkat 5 yaitu perbedaan persepsi produk cacat disebabkan tidak ada standar *reject* produk dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat standar kriteria produk yang spesifik menentukan suatu produk diterima atau ditolak dan memberikan pelatihan kepada pekerja. Mode kegagalan peringkat 6 yaitu tempat pencampuran bahan baku kotor disebabkan ruang pencampuran tidak dibersihkan secara rutin dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat jadwal pembersihan rutin untuk ruangan tersebut. Mode kegagalan peringkat 7 yaitu kondisi mesin molen aus disebabkan tidak ada pengecekan mesin secara rutin dengan rekomendasi perbaikan yaitu melakukan pengecekan mesin molen secara berkala. Mode kegagalan peringkat 8 yaitu pekerja kurang teliti saat proses QC disebabkan operator mengobrol dengan rekomendasi perbaikan yaitu meningkatkan pengawasan langsung terhadap operator dan memberikan pelatihan. Mode kegagalan peringkat 9 yaitu pekerja kurang teliti saat proses QC disebabkan tidak ada informasi terkait pelatihan dengan rekomendasi perbaikan yaitu memberikan informasi terkait pelatihan tentang QC kepada pekerja. Mode kegagalan peringkat 10 yaitu konsentrasi menurun disebabkan tidak ada kebijakan produksi dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat kebijakan produksi serta melakukan pemantauan dan peninjauan secara berkala untuk kepatuhan terhadap kebijakan produksi.

Pada Tabel 20 diketahui hasil usulan perbaikan dari masing-masing mode kegagalan untuk cacat retak genteng bahwa berdasarkan mode kegagalan peringkat 1 yaitu kondisi cuaca yang berubah-ubah menyebabkan kelembapan yang tinggi dengan rekomendasi perbaikan yaitu meminimalkan waktu antara proses produksi dan penjemuran genteng. Mode kegagalan peringkat 2 yaitu kualitas bahan baku

yang tidak sesuai disebabkan tidak ada pemeriksaan saat bahan baku datang dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat SOP dan menjadi kerja sama yang erat dengan pemasok bahan baku terkait spesifikasi bahan baku. Mode kegagalan peringkat 3 yaitu pengeringan yang tidak merata disebabkan tidak ada penggunaan metode pendukung dengan rekomendasi perbaikan yaitu menjalin kerja sama dengan pemasok teknologi canggih untuk mendapatkan saran penggunaan teknologi canggih. Mode kegagalan peringkat 4 yaitu kondisi mesin cetak aus disebabkan tidak ada pengecekan mesin secara rutin dengan rekomendasi perbaikan yaitu melakukan pengecekan secara berkala dan membuat SOP jadwal perawatan mesin. Mode kegagalan peringkat 5 yaitu komposisi pasir dengan bahan baku tidak standar disebabkan kurangnya pemeriksaan oleh pemasok dengan rekomendasi perbaikan yaitu menetapkan syarat kualitas untuk bahan baku dan memberikan pelatihan. Mode kegagalan peringkat 6 yaitu ketebalan yang tidak merata disebabkan operator mengejar target produksi dengan rekomendasi perbaikan yaitu menetapkan jadwal produksi yang sesuai dengan kapasitas tenaga kerja dan mesin serta menambahkan pekerja atau Sumber Daya Manusia (SDM). Mode kegagalan peringkat 7 yaitu *setting* kecepatan putaran mesin terlalu tinggi atau terlalu rendah disebabkan kalibrasi mesin yang tidak tepat dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat SOP pengatur mesin molen dan memberikan pelatihan kepada pekerja.

Pada Tabel 21 diketahui hasil usulan perbaikan dari masing-masing mode kegagalan untuk cacat gompal genteng bahwa berdasarkan mode kegagalan peringkat 1 yaitu genteng terkontaminasi bahan-bahan asing disebabkan sirkulasi udara yang tidak teratur dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat jadwal pembersihan secara rutin pada rak pengeringan genteng. Mode kegagalan peringkat 2 yaitu kurang hati-hati saat mengangkat dan meletakkan genteng disebabkan tidak ada informasi terkait pelatihan untuk pekerja dengan rekomendasi perbaikan yaitu memberikan informasi pelatihan. Mode kegagalan peringkat 3 yaitu kelembapan yang tinggi disebabkan ruang pengeringan yang tertutup dengan rekomendasi perbaikan yaitu mengatur rak-rak genteng di dalam ruang pengeringan. Mode kegagalan peringkat 4 yaitu pengeringan yang tidak merata disebabkan kurangnya penggunaan metode pendukung dengan rekomendasi perbaikan yaitu menjalin

kerja sama dengan pemasok teknologi canggih. Mode kegagalan peringkat 5 yaitu ketidaksesuaian proporsi bahan saat proses pencampuran disebabkan alat ukur masih manual atau perkiraan dengan rekomendasi perbaikan yaitu menggunakan alat timbangan digital untuk menentukan proporsi bahan baku. Mode kegagalan peringkat 6 yaitu kurang hati-hati saat memindahkan genteng disebabkan kurang Sumber Daya Manusia (SDM) dengan rekomendasi perbaikan yaitu menambahkan pekerja atau SDM. Mode kegagalan peringkat 7 yaitu kadar air yang tinggi disebabkan tidak ada alat ukur untuk mengukur jumlah bahan pengencer dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat SOP mengenai standar komposisi kadar air.

Pada Tabel 22 diketahui hasil usulan perbaikan dari masing-masing mode kegagalan untuk cacat warna gosong genteng bahwa berdasarkan mode kegagalan peringkat 1 yaitu peningkatan risiko penumpukkan panas disebabkan kurangnya perencanaan susunan genteng dengan rekomendasi perbaikan yaitu menyusun genteng dengan jarak yang cukup antar genteng. Mode kegagalan peringkat 2 yaitu pembakaran yang tidak merata atau terlalu cepat disebabkan tidak ada biaya dengan rekomendasi perbaikan yaitu melakukan rotasi penyusunan genteng di dalam tungku selama proses pembakaran. Mode kegagalan peringkat 3 yaitu kondisi suhu pembakaran yang kurang terkontrol disebabkan tidak adanya alat pengontrol suhu dengan rekomendasi perbaikan yaitu memasang sensor suhu di berbagai titik dalam tungku. Mode kegagalan peringkat 4 yaitu kurangnya pemantauan terhadap proses pembakaran disebabkan tidak ada informasi terkait pelatihan bagi pekerja dengan rekomendasi perbaikan yaitu membuat SOP terhadap proses pembakaran dan memberikan pelatihan. Mode kegagalan peringkat 5 yaitu pemanasan yang tidak merata disebabkan ruang pembakaran yang terbatas dengan rekomendasi perbaikan yaitu menyusun genteng dengan menetapkan batasan tumpukkan agar suhu panasnya rata.

5.4.2 Analisis Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode ini menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap faktor gangguan (*noise*). Rancangan usulan

perbaikan pada penelitian ini dilakukan menggunakan desain eksperimen Taguchi. Usulan perbaikan ini mengupayakan untuk memperbaiki kualitas produk genteng dengan mengurangi produk genteng yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Pada umumnya desain eksperimen Taguchi dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisa eksperimen.

Pada tahap perencanaan eksperimen melakukan penentuan karakteristik kualitas dari produk genteng. karakteristik kualitas yang diukur berupa jumlah cacat per produk. Karakteristik kualitas yang diamati termasuk ke dalam klasifikasi *smaller the better*. Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila karakteristik kualitas tertentu memiliki nilai yang semakin rendah disebut *smaller the better*. Langkah selanjutnya yaitu menentukan variabel bebas dan variabel terikat yang akan digunakan. Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah produk genteng yang tidak sesuai spesifikasi dan variabel bebas berupa tanah liat, lama pengeringan, lama penjemuran, dan lama pembakaran. Kemudian menentukan faktor dan level yang berpengaruh yang akan digunakan berdasarkan diagram *fishbone*. Faktor ditentukan berdasarkan *setting* yang biasa diatur oleh UMKM AR Genteng KTL yaitu faktor tanah liat, lama pengeringan, lama penjemuran, dan lama pembakaran dengan setiap faktor menggunakan masing-masing tiga level. Faktor tanah liat menggunakan level 0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg. Faktor lama pengeringan menggunakan level 6 jam, 8 jam, dan 10 jam. Faktor lama penjemuran menggunakan level 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Faktor lama pembakaran menggunakan level 8 jam, 9 jam, dan 10 jam. Langkah selanjutnya yaitu menentukan derajat kebebasan dan matriks ortogonal. Nilai derajat kebebasan dari faktor-faktor kontrol eksperimen sebesar 8 dan matriks ortogonal yang sesuai dengan eksperimen berdasarkan tabel triangular yaitu $L_9 (3^4)$. Kemudian tahap pelaksanaan eksperimen melakukan penentuan jumlah replikasi guna menghasilkan taksiran yang lebih akurat terhadap efek rata-rata suatu faktor pada penelitian dihasilkan sebesar 2 untuk setiap kali eksperimen.

Pada tahap analisa eksperimen menghasilkan nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) dan rata-rata dari masing-masing eksperimen. Langkah selanjutnya yaitu menentukan faktor-faktor yang berpengaruh dengan karakteristik kualitas *smaller*

the better. Berdasarkan perhitungan nilai SNR dan rata-rata kombinasi faktor-faktor yang optimum untuk meminimalisir cacat produk genteng adalah B2C1D3A2 yang digambarkan pada tabel respon SNR dan rata-rata. Kombinasi faktor tersebut yaitu faktor B (lama pengeringan) dengan level 2 (8 jam), faktor C (lama penjemuran) dengan level 1 (24 jam), faktor D (lama pembakaran) dengan level 3 (10 jam), dan faktor A (tanah liat) dengan level 2 (1 kg). Langkah selanjutnya yaitu membuat *main effect plot* terhadap nilai SNR dan rata-rata guna mengetahui efek faktor utama terhadap level faktor eksperimen. Langkah selanjutnya melakukan perhitungan ANOVA terhadap nilai SNR dan rata-rata guna mengidentifikasi kontribusi faktor kontrol, sehingga akurasi perkiraan eksperimen dapat ditentukan. Pada perhitungan nilai ANOVA akan dihitung nilai *sum squares* (SS), *mean square* (MS), Fhitung, Ftabel, dan persen kontribusi dari masing-masing perlakuan dari faktor kontrol. Nilai Fhitung diperoleh berdasarkan pembagian antara nilai *mean square* (MS) faktor dengan *mean square* (MS) error, sedangkan nilai Ftabel diperoleh berdasarkan tabel F dengan α sebesar 0,05 serta nilai derajat kebebasan (dk) faktor dan derajat kebebasan (dk) error. Berdasarkan hasil nilai ANOVA rata-rata dapat ditarik kesimpulan bahwa Fhitung B > Ftabel sebesar $13 > 6,94$ maka H_0 ditolak dan H_1 gagal tolak yang artinya terdapat pengaruh perlakuan dari kondisi faktor B (lama pengeringan) dengan level 2 terhadap jumlah cacat genteng, Fhitung C > Ftabel sebesar $9 > 6,94$ maka H_0 ditolak dan H_1 gagal tolak yang artinya terdapat pengaruh perlakuan dari kondisi faktor C (lama penjemuran) dengan level 1 terhadap jumlah cacat genteng, Fhitung A < Ftabel sebesar $1 < 6,94$ maka H_0 gagal tolak dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada pengaruh perlakuan dari kondisi faktor A (tanah liat) dengan level 2 terhadap jumlah cacat genteng, dan Fhitung D < Ftabel sebesar $1 < 6,94$ maka H_0 gagal tolak dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada pengaruh perlakuan dari kondisi faktor D (lama pembakaran) dengan level 3 terhadap jumlah cacat genteng. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh yaitu faktor B dan faktor C. Selain itu, nilai ANOVA terhadap SNR setiap eksperimen dapat ditarik kesimpulan bahwa Fhitung B > Ftabel sebesar $191,38 > 19$ maka H_0 ditolak dan H_1 gagal tolak yang artinya terdapat pengaruh perlakuan dari kondisi faktor B (lama pengeringan) dengan level 2 terhadap jumlah cacat

genteng, $F_{hitung} C > F_{tabel}$ sebesar $116,28 > 19$ maka H_0 ditolak dan H_1 gagal tolak yang artinya terdapat pengaruh perlakuan dari kondisi faktor c (lama penjemuran) dengan level 1 terhadap jumlah cacat genteng, $F_{hitung} D < F_{tabel}$ sebesar $12,35 < 19$ maka H_0 gagal tolak dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada pengaruh perlakuan dari kondisi faktor D (lama pembakaran) dengan level 3 terhadap jumlah cacat genteng. Kemudian melakukan strategi *pooling up* terhadap nilai ANOVA SNR untuk mengestimasi variansi *error* pada analisis variansi dengan mengumpulkan faktor-faktor yang tidak signifikan sebagai *error*. Berdasarkan hasil strategi *pooling up* diketahui bahwa faktor B dan faktor C terdapat pengaruh perlakuan dan faktor D tidak terdapat pengaruh perlakuan dari faktor tersebut. Selain itu, dapat ditinjau juga dari hasil persen kontribusi masing-masing faktor. Persen kontribusi antara faktor B, faktor C, dan faktor D dapat disimpulkan bahwa faktor D mempunyai nilai persen kontribusi yang rendah. Oleh karena itu, faktor D dapat dihilangkan atau eliminasi. Langkah selanjutnya menentukan hasil *setting* level optimal dari perhitungan sebelumnya didapatkan hasil kondisi level optimal yaitu faktor B (lama pengeringan) dengan level 2 (8 jam) dan faktor c (lama penjemuran) dengan level 1 (24 jam).

Setelah mengetahui hasil faktor dan level yang optimal dari eksperimen Taguchi, selanjutnya melakukan perhitungan nilai prediksi dan selang kepercayaan terhadap kondisi optimal eksperimen Taguchi guna mengetahui rancangan eksperimen Taguchi sudah memenuhi syarat eksperimen Taguchi. Tingkat kepercayaan yang digunakan pada eksperimen ini sebesar 95% dengan *alpha* sebesar 5% atau 0,05. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui rentang nilai selang kepercayaan kondisi optimum terhadap nilai rata-rata sebesar $1,417 \leq \mu_{predicted} \leq 2,917$ dan rentang nilai selang kepercayaan terhadap nilai SNR sebesar $-9,542 \leq \mu_{predicted} \leq -7,727$. Kemudian melakukan perhitungan eksperimen konfirmasi berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan sebelumnya guna memvalidasi bahwa eksperimen Taguchi dapat diterima atau tidak. Hasil yang diperoleh yaitu rentang nilai selang kepercayaan terhadap nilai rata-rata dan nilai SNR pada kondisi eksperimen konfirmasi. Hasil rentang nilai selang kepercayaan terhadap nilai rata-rata sebesar $1,22 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 2,88$ dan hasil rentang nilai selang

kepercayaan terhadap nilai SNR sebesar $-9,06 \leq \mu_{konfirmasi} \leq -6,68$. Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari eksperimen Taguchi dapat diterima dan *setting* faktor level optimal yang telah ditetapkan bisa dijadikan sebagai acuan dalam proses produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL. Karena hasil nilai selang kepercayaan eksperimen konfirmasi masih berapa pada batas selang kepercayaan eksperimen Taguchi (Sekartaji dan Sumartono, 2021).

5.5 Analisis dan Pembahasan Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap keempat dalam metode *six sigma* guna memastikan bahwa hasil usulan perbaikan dari tahap *improve* dapat diimplementasikan pada UMKM AR Genteng KTL. Hal tersebut dilakukan untuk meningkatkan performa dan meningkatkan hasil kualitas dari produk genteng. Selain itu, tahap *control* juga digunakan sebagai evaluasi atas semua tindakan dan perbaikan yang telah diupayakan untuk mengetahui keberhasilan atas upaya yang telah diterapkan. Pada tahap ini dilakukan peninjauan strategi mingguan terhadap proses produksi genteng di UMKM AR Genteng KTL menggunakan usulan perbaikan yang diimplementasikan dengan melakukan perhitungan rata-rata persentase cacat produk, nilai DPMO dan nilai *sigma*, serta rata-rata kerugian UMKM produk genteng. Berdasarkan Tabel 32 dapat dilihat bahwa perbandingan dari masing-masing nilai yang diteliti saat sebelum dan sesudah *improvement*. Hasil rata-rata persentase cacat produk sebelum dan sesudah *improvement* dengan mengimplementasikan usulan perbaikan dari tahap sebelumnya didapatkan bahwa terjadi penurunan persentase cacat dari 0,65% menjadi 0,42% sebesar 0,23% yang menunjukkan adanya peningkatan kualitas yang cukup signifikan pada produk genteng. Selanjutnya hasil nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) sesudah perbaikan mengalami penurunan dari 1627 menjadi 1055, artinya dalam satu juta produk genteng yang diproduksi masih terdapat sekitar 1055 buah produk genteng yang *reject*. Selain itu, mengukur nilai *sigma* sebagai acuan utama untuk mengetahui performa kinerja dasar UMKM dalam memproduksi genteng berdasarkan tingkat pencapaian *sigma* setelah mengimplementasi *improvement* sebesar 4,59 masih termasuk ke dalam kategori rata-rata industri USA. Berdasarkan hasil rata-rata tingkat *sigma* setelah *improvement* diketahui UMKM memiliki

kinerja yang sudah baik, tetapi masih perlu langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan nilai *sigma* hingga mencapai 6 *sigma* yang dapat dikatakan sempurna kinerjanya. Selanjutnya ditinjau dari rata-rata kerugian biaya produk cacat genteng sebelum dan sesudah dilakukan *improvement* terjadi penurunan dari Rp9.100 menjadi Rp5.425 yang menunjukkan bahwa tindakan perbaikan yang diimplementasikan berhasil meminimalisir jumlah cacat produk genteng dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan serta dapat menghemat biaya untuk menangani jumlah cacat produk. Perbaikan yang telah diupayakan pada periode ini akan distandarisasi agar diimplementasikan secara berkelanjutan pada UMKM tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan juga peninjauan kembali agar mencapai target UMKM yang diinginkan.

