

PENGENDALIAN KUALITAS PADA *CORRUGATED CONCRETE SHEET PILE* DENGAN METODE *SIX SIGMA*

Reno Pratiwi¹, Mustakim², Leni Sucilanti³
Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan
E-mail: reno.pratiwi@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Persaingan di dunia usaha yang semakin ketat mendorong perusahaan untuk lebih mengembangkan pemikiran-pemikiran untuk memperoleh cara efektif dan efisien dalam mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Proyek *Epci Sheetpile* merupakan salah satu yang melakukan proses pengiriman produk CCSP berusaha untuk terus meningkatkan kualitas dengan menekan angka produk cacat. *Six Sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target *zero defect*. jadi *six sigma* merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas *dramatic* yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Dengan menggunakan metode *six sigma* dapat mengetahui kualitas produk yang dihasilkan. pada penelitian ini nilai sigma yang didapat 2,83. implementasi peningkatan kualitas dari hasil grafik pareto didapatkan beberapa jenis produk cacat diantaranya cacat sompel sebanyak 90,8%, sompel dan Retak (*Crack*) sebanyak 8,2%, Retak (*crack*) sebanyak 0,63% dan produk yang ditolak (*reject*) sebanyak 0,35%. Faktor-Faktor penyebab kerusakan paling potensial adalah faktor manusia, faktor metode pelaksanaan dan faktor Lingkungan. Berdasarkan hasil wawancara dengan PT. PIP, hal yang dapat dilakukan untuk menekan tingkat kerusakan pada produk CCSP dengan memperbaiki bentuk packing produk tersebut.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas, Metode Six Sigma, Wawancara

QUALITY CONTROL ON CORRUGATED CONCRETE SHEET PILE WITH THE SIX SIGMA METHOD

ABSTRACT

Competition in the world of business is increasingly strict to encourage companies to further develop the thought to acquire how effective and efficient in achieving the goals and objectives that have been set. Project EPCI Sheetpile is one of the process delivery of product the CCSP to continuously improve the quality and reduce the number of defective products. Six Sigma is a vision of quality improvement towards the target of zero defect. so six sigma is a method or technique of controlling and improving the quality of the dramatic which is a new breakthrough in the field of quality management. By using the sigma method can determine the quality of the products produced. In this study the value of sigma obtained 2.83. the implementation of quality improvement from the results of the pareto chart obtained several types of product defects include: sompel 90.8%, sompel and crack 8.2%, Crack 9.63%, and rejected 0.35%. the factors that cause the most damage potential is the human factor, method of implementation factor and environmental factors. Based on the results of interviews with PT. PIP things that can be done to reduce the level of damage to the products CCSP with the correct from of packing the product.

Keywords: *Quality Control, Six Sigma Method, Interview*

1. PENDAHULUAN

Beton *precast* adalah metode konstruksi yang mampu menjawab kebutuhan di era ini. karena penggunaan beton *precast* dibandingkan dengan konvensional ditinjau dari aspek biaya mampu mereduksi biaya hingga 10%, sedangkan dari segi aspek waktu mampu mereduksi waktu konstruksi sampai 50% dan kualitas mutu beton yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional (Wulfram I. Ervianto, 2006). Perusahaan yang memproduksi beton *precast* salah satunya adalah PT. Waskita Beton Precast Tbk. Perusahaan ini memproduksi dua jenis beton *precast* yaitu beton *centrifugal* dan beton *non-centrifugal*. Beton *centrifugal* adalah beton yang diproduksi dengan cara diputar (*spinning*), dimana proses pendistribusian pembentukan dan pemadatan beton menggunakan mesin dan diputar dengan kecepatan tertentu. Contoh beton *centrifugal* adalah tiang pancang dan tiang listrik. Sedangkan beton *non-centrifugal* adalah produksi beton yang proses pembuatannya dengan cara dicetak menggunakan cetakan, dimana proses pemadatan beton menggunakan sistem penggetaran/vibrasi, seperti CCSP (*Corrugated Concrete Sheet Piles*). CCSP dibuat khusus untuk dinding penahan tanah. Yang merupakan beton prategang *pretension* yang dalam proses pembuatan produk, tulangan *strand* pada beton ini di *stressing* terlebih dahulu sebelum dicor.

Penggunaan CCSP kini kian populer, sehingga permintaan produk ini meningkat, salah satunya beton dengan tipe W400 dan W600. Perusahaan ini selalu berusaha untuk mempertahankan kepercayaan pelanggan. Hal tersebut dilakukan dengan selalu meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, dan menjaga kualitas produk hingga sampai ke tangan konsumen. walaupun masih ditemukan beberapa produk yang mengalami kerusakan (cacat), hal tersebut dikarenakan oleh beberapa faktor pada proses pengiriman produk CCSP dari Plan

menuju *stock yard* Balikpapan dengan Transportasi laut yang mengakibatkan beberapa produk mengalami kerusakan. dari jumlah permintaan 1555 batang terdapat 1304 batang cacat berupa sompel, 9 batang retak, 117 batang sompel dan retak dan terdapat 5 batang yang terpaksa dilakukan *reject* atau *return*. banyaknya produk cacat yang diterima konsumen memberikan indikasi bahwa system pengendalian kualitas yang ada belum mencapai tingkat maksimal yang mengacu pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Untuk itu perlu adanya pengendalian kualitas dengan metode *six sigma* untuk meminimalkan produk cacat pada CCSP.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai *Six sigma* pada proses pengiriman CCSP dari plan waskita menuju *stock yard* Balikpapan?
2. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya produk cacat pada saat proses pengiriman beton CCSP dengan menggunakan transportasi laut dari plan waskita menuju *stock yard* Balikpapan?
3. Apa solusi yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meminimalkan faktor-faktor kerusakan pada saat proses pengiriman beton CCSP dengan menggunakan transportasi laut?

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai *six sigma* pada proses pengiriman CCSP dari plan waskita menuju ke *stock yard* Balikpapan.
2. Untuk Mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya produk cacat pada saat pengiriman beton CCSP dengan menggunakan transportasi laut dari Plan menuju *Stock yard* Balikpapan.
3. Untuk mengetahui solusi yang dapat dilakukan oleh perusahaan dalam meminimalkan faktor-faktor kerusakan pada saat proses pengiriman beton CCSP dengan menggunakan transportasi laut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002), beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 Kg/m^3 sampai 2500 Kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah. Kualitas atau mutu dari suatu beton sangat bergantung kepada komponen penyusun atau bahan dasar beton, bahan tambahan, cara pembuatan dan alat yang digunakan. Bahan-bahan pokok dari beton adalah semen, agregat yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar dan air serta bahan tambahan yang digunakan dengan keperluan tertentu.

2.2 Beton Precast

Beton *precast* dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi elemen yang akan digunakan. Lawan dari *precast* adalah beton cor di tempat atau *cast-in place*, dimana proses produksinya berlangsung di tempat elemen tersebut akan ditempatkan (Wulfram I. Ervianto, 2006). *Precast concrete* (beton pracetak) adalah suatu metode percetakan komponen secara mekanisasi dalam pabrik atau workshop dengan memberi waktu pengerasan dan mendapatkan kekuatan sebelum dipasang. Karena proses pengecorannya di tempat khusus (bengkel pabrikasi), maka mutunya

dapat terjaga dengan baik. Tetapi agar dapat menghasilkan keuntungan, maka beton *Precast* hanya akan diproduksi jika jumlah bentuk typical-nya mencapai angka minimum tertentu, bentuk typical yang dimaksud adalah bentuk-bentuk repetitif dalam jumlah besar (Iqbal Batubara, 2012). Sistem struktur beton *precast* merupakan salah satu alternatif teknologi dalam perkembangan konstruksi di Indonesia yang mendukung efisiensi waktu, efisiensi energi, dan mendukung pelestarian lingkungan (Siti Aisyah Nurjannah, 2011).

Ada beberapa jenis komponen beton *precast* yang biasa dipergunakan (Hendrawan Wahyudi dan Hery Dwi Hanggoro 2010), yaitu:

- a. Tiang pancang.
- b. *Sheet pile* dan dinding diafragma.
- c. *Half solid slab* (precast plank), *hollow core slab*, *single-T*, *double-T*, *triple-T*, *channel slabs* dan lain-lain.
- d. Balok PC I Girder
- e. Jenis komponen *precast* lainnya, seperti tangga, balok parapet, panel-panel penutup dan unit-unit beton pracetak lainnya sesuai keinginan atau imajinasi dari insinyur sipil dan arsitek

Proses produksi/pabrikasi beton *precast* dapat dibagi menjadi tiga tahapan berurutan yaitu:

1. Tahap Design
2. Tahap Produksi
3. Tahap Pascaproduksi

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing tahap produksi beton *precast*.

1. Tahap Design

Proses perencanaan suatu produk secara umum merupakan kombinasi dari ketajaman melihat peluang, kemampuan teknis, kemampuan pemasaran. Persyaratan utama adalah struktur harus memenuhi syarat kekuatan, kekakuan dan kestabilan pada masa layannya.

2. Tahap Produksi

Beberapa item pekerjaan yang harus dimonitor pada tahap produksi adalah kelengkapan dari perintah kerja dan gambar produk, mutu dari bahan baku, mutu dari cetakan, mutu atau kekuatan beton, penempatan dan pemadatan beton, ukuran produk, posisi pemasangan, perawatan beton, pemindahan, penyimpanan dan transportasi produk, serta pencatatan (*record keeping*).

3. Tahap Pascaproduksi

Terdiri dari tahap penanganan (*handling*), penyimpanan (*storage*), penumpukan (*stacking*), pengiriman (*transport*) dan tahap pemasangan di lapangan (*site erection*).

- a. *Handling*. Pasca umur beton memenuhi, unit beton pracetak dipindahkan ke *storage*/gudang, disusun secara vertikal dan diberi bantalan antar unit *precast*.
- b. Transportasi dan alat angkut (pengiriman ke lapangan) Transportasi unit *precast*. Transportasi adalah pengangkatan elemen *precast* dari pabrik ke lokasi pemasangan. Sistem transportasi berpengaruh terhadap waktu, efisiensi konstruksi dan biaya transport.
- c. *Install /erection* (pelaksanaan konstruksi) memasang unit pracetak pada struktur, memasang joint (*cast-in-site*)
- d. *Finishing, no coating*

2.3 Jenis Kerusakan pada Beton Precast

Pada umumnya kerusakan beton precast sama dengan beton insitu. Berdasarkan jenis kerusakannya maka terdapat 2 jenis kerusakan yaitu keropos (*voids & honeycomb*) dan Retak (*crack*). Penyebab umum terjadinya kerusakan pada beton precast yaitu terjadi pada saat pengecoran dan proses pengiriman.

1. Teori Keropos (*Voids dan honeycomb*).

Keropos dapat diartikan dalam kategori kerusakan berat, pada beton precast dapat

terjadi lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar, dikenal dengan sebutan voids atau honeycomb (Isnaeni, 2009). Voids terbentuk ketika beton gagal untuk mengisi daerah-daerah dalam bekisting, biasanya voids terjadi karena adanya beton yang tertahan di daerah yang jarak tulangnya terlalu dekat. Honeycomb terbentuk ketika mortar gagal untuk mengisi rongga antara partikel kasar agregat, dapat terjadi juga karena pengangkatan (*lifting*) yang menyebabkan benturan. Hampir semua kerusakan voids mengakibatkan kerusakan struktural sedangkan kerusakan *honeycomb* bisa kerusakan structural maupun non structural tergantung lokasi dan luasnya *honeycomb* (*Concrete Construction, 2000*).

2. Teori Retak (*Crack*).

Retak dapat secara luas diklasifikasikan sebagai retak struktural maupun non – struktural. Retak struktural dapat terjadi karena adanya kesalahan desain atau juga bisa terjadi karena beban yang melebihi kapasitas sehingga dapat membahayakan bangunan. Retak yang ekstensif menyebar dari balok beton bertulang adalah salah satu contoh retak struktural. Retak non – struktural sebagian besar terjadi karena adanya tegangan yang diinduksi secara internal dalam material bangunan dan umumnya hal ini tidak langsung mengakibatkan melemahnya struktur.

Adapun jenis-jenis retak adalah sebagai berikut:

- a. Retak Plastis akibat penyusutan retak ini terjadi dalam waktu 1 sampai 8 jam setelah penempatan campuran beton, ketika beton dengan sangat cepat kehilangan air yang disebabkan beberapa faktor meliputi udara, suhu beton, kelembapan, dan kecepatan angin dipermukaan beton. Ketika air menguap dari permukaan beton yang baru saja ditempatkan lebih cepat daripada bleed water, permukaan beton akan menyusut. Beton yang tidak mengalami bleeding akan menyusut

karena tahanan yang diberikan oleh beton dibawah lapisan permukaan yang mengering. Tegangan – tegangan tarik berkembang di beton yang lemah mengakibatkan terjadinya retak-retak dangkal dengan berbagai kedalaman yang dapat membentuk retak yang acak, bentuk polygon (RDSO, 2004).

- b. Retak Plastis akibat penurunan. Setelah pengecoran, penggetaran, dan sampai beton selesai dicor, beton yang memiliki kecenderungan untuk terus mampat. Selama periode ini, beton plastis mungkin ditahan oleh tulangan, beton keras yang ditempatkan lebih dahulu, atau bekisting. Perletakan setempat ini dapat menyebabkan rongga di bawah tulangan dan retak di atas tulangan. Ketika berhubungan dengan tulangan, retak plastis akibat penurunan meningkat seiring dengan meningkatnya diameter tulangan, meningkatnya nilai slump, dan berkurangnya selimut beton (Dakhil, et al., 1975).
- c. *Drying Shrinkage Cracking*. Susut akibat pengeringan disebabkan dari kehilangan kadar air dari campuran semen, yang dapat menyusut hingga 1%. Untungnya, partikel agregat memberikan tahanan internal yang mereduksi besarnya perubahan volume sekitar 0,06%. Pada sisi lain, beton cenderung mengembang ketika dibasahi (peningkatan volume bisa sebanding dengan besarnya penyusutan beton). Perubahan volume akibat perubahan kadar air ini adalah karakteristik dari beton. Kalau susut pada beton dapat terjadi tanpa batasan, beton tidak akan retak. Akibat kombinasi dari susut dan batasan (diberikan oleh bagian lain dari struktur, dari tanah dasar, atau dari kelembapan interior beton itu sendiri) yang menyebabkan berkembangnya tegangan-tegangan tarik. Ketika batasan tegangan tarik dari material sudah dilewati, beton akan retak.

- d. *Thermal Cracking*. Perbedaan suhu dalam struktur beton dapat disebabkan oleh bagian dari struktur kehilangan panas hidrasi pada tingkat yang berbeda, kondisi cuaca yang dingin, panas dari suatu bagian struktur yang berubah. Perbedaan suhu ini menghasilkan perubahan volume yang berbeda-beda, yang menyebabkan retak. Perubahan suhu mungkin disebabkan oleh salah satu pusat beton lebih panas dari bagian luar karena pembebasan panas selama hidrasi semen atau pendinginan yang lebih cepat yang relatif antara eksterior ke interior. Kedua kasus mengakibatkan tegangan tarik pada eksterior dan jika kekuatan tarik terlampaui retak akan terjadi.
- e. *Cracking due to Chemical Reaction*. Reaksi kimia yang merusak dapat menyebabkan retak pada beton. Reaksi ini mungkin terjadi karena bahan yang digunakan untuk membuat beton atau material lain yang bertemu dengan beton setelah beton kering. Beton dapat pecah seiring dengan waktu akibat reaksi ekspansif yang berkembang secara perlahan antara agregat yang mengandung silica aktif dan basa yang berasal dari hidrasi semen, admixture atau sumber eksternal (misalnya air curing, air tanah dan alkaline yang ditaruh atau digunakan pada permukaan beton yang sudah kering).

2.4 Corrugated Concrete Sheet Piles (CCSP)

Sheet pile adalah material konstruksi yang berbentuk lembaran dan ditanamkan ditanah secara vertical untuk menahan tanah agar tidak terjadi longsor. Proses pemasangan *sheet pile* dikenal dengan *sheet piling*. Kedua sisi *sheet pile* dirancang sedemikian rupa agar dapat saling mengunci antara *sheet pile* yang satu dengan yang lain.

Sheet pile biasanya digunakan sebagai dinding penahan tanah, penahan tebing galian, perlindungan tepi sungai, bendungan dan lain sebagainya. *Sheet pile* beton jenis *sheet pile* yang terbuat dari beton prategang yang dirancang dengan tulangan untuk menahan tegangan selama proses konstruksi.

Sheet pile beton merupakan balok-balok beton yang telah dicetak oleh pabrik sebelum dipasang. *Sheet pile* beton diproduksi sesuai kebutuhan momen lentur dan defleksi lateral yang diperbolehkan. Penampang tiang-tiang ini adalah sekitar 500-800 mm lebar dan tebal 150-120 mm. Ujung bawah turap biasanya dibentuk meruncing untuk memudahkan pemancangan.

Balok-balok *sheet pile* dibuat saling mengkait satu sama lain. *Sheet pile* beton ini biasanya digunakan untuk konstruksi berat yang dirancang dengan tulangan untuk menahan beban permanen setelah konstruksi dan juga untuk menangani tegangan yang dihasilkan selama konstruksi.

Proses produksi/pabrikasi *Sheet pile* dapat dibagi menjadi beberapa tahapan berurutan yaitu:

1. Tahap Perencanaan

Dalam tahap perencanaan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu ketersediaan SDM, Ketersediaan alat, ketersediaan material dan ketersediaan document (acuan kerja, gambar kerja, perijinan)

2. Tahap Produksi CCSP

a. Menerima perintah produksi *precast* (PPP) sesuai gambar *for fabrication* dan menyesuaikan dengan *moulding* yang tertera di PMO

b. Lakukan persiapan pelaksanaan produksi *precast* sesuai permintaan di PMO. Produk *precast* harus memperhatikan spesifikasi di PMO

- c. Penyiapan jalur produksi dan bet cetakan sesuai dengan dimensi yang ditentukan di gambar *for fabrication*.
- d. Pembesian dan Pemindahan produk pembesian ke line produksi
- e. Pemasangan pemindahan produk pembesian ke line produksi yang bed cetakannya telah siap.
- f. Pemasangan instalasi *strand*.
- g. Pemeriksaan hasil pemasangan instalasi *strand* terhadap kesesuaiannya di gambar *for fabrication* dan pencatatan hasil pada check list pemeriksaan proses produksi.
- h. Jika telah sesuai dilanjutkan pemasangan dinding moulding dan cek sesuai dengan standar instalasi moulding
- i. Melakukan proses *stressing* sesuai dengan perhitungan teknis
- j. Kemudian, melakukan pengecekan total keseluruhan dengan spesifikasi yang ada di check list pemeriksaan proses produksi
- k. Jika hasil telah sesuai dapat menyiapkan *readymix* sesuai OPR-02 dan rencana di OPR-01 serta mengisi laporan harian *readymix* sesuai system pelaporan pada PDP-02.
- l. Lakukan pengecoran dan catat dalam laporan pengecoran & *stressing* produk non putar.
- m. Proses pengeringan/pengerasan beton *precast*
- n. Khusus produk *pretension* akan dilakukan potong *strand* setelah mutu beton dinyatakan melebihi 50% dari kuat tekan rencana.
- o. Melakukan proses *demoulding* sesuai instruksi di IK *demoulding* dengan melengkapi laporan pembukaan produk non putar/ laporan pembukaan *sheet pile*.
- p. Melakukan identifikasi produk dan dokumen pelengkap (sertifikat, buku manual produk).

- q. Melakukan pengecekan dimensi & visual sesuai dengan IK inspeksi dan tes dalam proses produksi.
 - r. Jika terdapat produk cacat penanganan perbaikan produk cacat sesuai dengan IK penanganan produk cacat.
 - s. Setelah produk lolos inspeksi melakukan treatment kecukupan umur di area penyetakan sesuai *quality plan*
3. Tahap Pasca Produksi CCSP
- a. Siapkan identifikasi status produk sesuai *quality plan* dan lampirkan perintah pengiriman produk untuk melakukan proses pengiriman *precast* sesuai dengan IDP-01, khusus *precast* pesanan manajemen proyek akan disiapkan surat jalan untuk serah terima ke proyek.
 - b. Persiapan pengiriman dan stok.
 - c. Melakukan monitoring, evaluasi, dan inovasi infrastruktur.

2.5 Kualitas

Kualitas merupakan faktor yang terdapat dalam suatu produk yang menyebabkan produk tersebut bernilai sesuai dengan maksud untuk apa produk itu diproduksi (Handoko, 1995: 54). Kualitas suatu produk mengandung berbagai tujuan, baik itu tujuan produsen maupun tujuan konsumen. Produsen menganggap kualitas suatu produk itu baik jika produk tersebut laku keras dan disukai di pasaran, sehingga mampu mendatangkan keuntungan yang optimal. Sedangkan konsumen akan menganggap kualitas produk itu baik jika kebutuhan dan keinginannya terhadap produk tersebut dapat terpenuhi. Sehingga dapat dikatakan bahwa kualitas atau mutu barang atau jasa hasil produksi suatu perusahaan merupakan cerminan keberhasilan perusahaan di mata konsumen dalam melaksanakan usaha produksinya.

Peningkatan kualitas membantu perusahaan meningkatkan penjualan dan mengurangi biaya yang kemudian akan meningkatkan keuntungan. Peningkatan penjualan kerap terjadi saat perusahaan mempercepat respon mereka, merendahkan harga jual sebagai hasil dari skala ekonomis, dan meningkatnya kualitas menyebabkan biaya turun karena perusahaan meningkatkan produktivitas dan menurunkan *rework*, bahan yang terbuang (*scrap*), dan biaya garansi.

2.5 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah merupakan suatu aktivitas (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk (dan jasa) perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan.

Assauri (2006) menyatakan bahwa tingkat kualitas ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Fungsi Suatu Barang. Kualitas yang hendak dicapai sesuai dengan fungsi untuk apa barang tersebut digunakan atau dibutuhkan tercermin pada spesifikasi dari barang tersebut seperti tahan lamanya, kegunaannya, berat, bunyi, mudah atau tidaknya perawatan dan kepercayaannya.
2. Wujud Luar. Salah satu faktor yang penting dan sering dipergunakan oleh konsumen dalam melihat suatu barang pertama kalinya, untuk menentukan kualitas barang tersebut, adalah wujud luar barang itu. Faktor wujud luar yang terdapat pada suatu barang tidak hanya terlihat dari bentuk, tetapi juga dari warna, susunan dan hal-hal lainnya.
3. Biaya Barang Tersebut. Umumnya biaya dan harga suatu barang akan menentukan kualitas barang tersebut. Hal ini terlihat dari barang-barang yang mempunyai biaya atau harga yang mahal, dapat menunjukkan bahwa kualitas barang tersebut baik.

Tujuan dari pengendalian kualitas adalah menyidik dengan cepat sebab-sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian hingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakkukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi (Montgomery D.C. 1990).

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin.

Kualitas produk adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan (Tjiptono, 2006). Menurut (Purnama, 2006) kualitas produk adalah kesesuaian antara kebutuhan dan keinginan atas produk ke dalam spesifikasi produk yang dihasilkan.

Dimensi kualitas produk menurut (Tjiptono, 2008) adalah sebagai berikut:

1. Hasil produk (*performance*).

Karakteristik operasi pokok dari produk ini (*core product*) yang dibeli kinerja dari produk yang memberikan manfaat bagi konsumen yang mengkonsumsi sehingga konsumen dapat memperoleh manfaat dari produk yang telah dikonsumsi.

2. Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan (*Features*)

Merupakan karakteristik sekunder atau pelengkap dari produk inti keistimewaan tambahan produk juga dapat dijadikan ciri khas yang membedakan dengan produk pesaing yang sejenis. Ciri khas yang ditawarkan juga dapat mempengaruhi tingkat kepuasan konsumen terhadap suatu produk.

3. Keandalan (*Reliability*)

Kemungkinan kecil terhadap suatu kegagalan pakai atau kerusakan tingkat

risiko kerusakan produk, menentukan tingkat kepuasan konsumen yang diperoleh dari suatu produk. Semakin besar risiko yang diterima oleh konsumen terhadap produk, semakin kecil tingkat kepuasan yang diperoleh konsumen.

4. Kesesuaian dengan Spesifikasi (*Conformance to Specification*)

Kesesuaian kinerja dan kualitas produk dengan standar yang diinginkan. Pada dasarnya, setiap produk memiliki standar ataupun spesifikasi yang telah ditentukan. Karakteristik desain operasi memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan sebelumnya

5. Daya Tahan (*Durability*)

Berkait dengan berapa lama produk tersebut dapat digunakan. Daya tahan biasanya berlaku untuk produk yang bersifat dapat dikonsumsi dalam jangka panjang.

6. Kegunaan (*Serviceability*)

Meliputi kecepatan, kompetensi, kenyamanan, mudah direparasi serta penanganan keluhan yang memuaskan.

7. Estetika (*Aesthetics*)

Daya tarik produk terhadap panca indera. Konsumen akan tertarik terhadap suatu produk ketika konsumen melihat tampilan awal dari produk tersebut.

8. Kualitas yang Dirasakan (*Perceived Quality*)

Kualitas yang dirasakan adalah Kesan Kualitas suatu produk yang dirasakan oleh konsumen. Dimensi kualitas ini berkaitan dengan persepsi konsumen terhadap kualitas sebuah produk ataupun merek.

2.6 Produk Cacat

Pengertian menurut Mulyadi (2005:306) adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditentukan, tetapi dengan mengeluarkan biaya pengerjaan kembali untuk memperbaikinya, produk tersebut secara ekonomis dapat

disempurnakan lagi menjadi produk jadi yang baik. Sedangkan pengertian produk cacat menurut (Bastian Bustami dan Nurlela 2006:136) adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tersebut tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.

Adapun pandangan mengenai produk cacat menurut PT. Percetakan Gramedia Cikarang produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan dan tidak dapat diteruskan ke tahap proses selanjutnya, melainkan harus dihancurkan atau didaur ulang kembali.

2.7 Produk Rusak

Pengertian Produk Rusak menurut (Mulyadi 2007: 302) adalah produk yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, secara ekonomis tidak dapat diperbaiki menjadi produk yang baik. Sedangkan menurut (Bastian Bustami dan Nurlela 2006:147) produk rusak adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tersebut tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi secara ekonomis produk tersebut dapat diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian *Non-eksperimental* atau penelitian yang dilakukan secara tidak langsung, dan lebih mengarah kepada pengumpulan data.

Objek Penelitian atau hal yang menjadi sasaran penelitian ini adalah Produk *corrugated concrete sheet pile* (CCSP) oleh Proyek EPCI *Sheet Pile* Balikpapan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Data Primer

Pengumpulan data primer bertujuan untuk mengumpulkan data-data langsung dari sumber utama bertujuan sebagai verifikasi

hasil dari proses olah data. data primer meliputi wawancara, observasi, dan dokumentasi.

2. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder bertujuan untuk mengumpulkan data-data informasi terkait penelitian. Data sekunder meliputi kriteria keberterimaan pekerjaan EPCI *Sheet Pile (Engineering Procurement Construction Installation)*, report pemeriksaan *corrugated concrete sheet Pile* (CCSP), dan prosedur produksi *corrugated concrete sheet pile* (CCSP).

Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan dan mengumpulkan data adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara kepada salah satu staff *quality control* perusahaan tentang proses produksi produk CCSP.

2. Dokumentasi

Dokumentasi penelitian juga penting untuk membuktikan suatu data.

3. Instansi perusahaan

Pengumpulan data-data sekunder ke instansi perusahaan yang terkait.

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang diperlukan adalah data pengiriman produk CCSP ke *Stock yard* Balikpapan dan Ceklis Kerusakan produk yang terjadi pada saat pengiriman. Data tersebut diperoleh dari data sekunder perusahaan dan Hasil wawancara.

3.2 Analisa Data

Penelitian ini mengacu pada Pande dan Holpp (2005) yaitu melalui tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*) yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dan perbaikan kualitas terhadap proses pengiriman produk.

3.3 Tahap Define

Define merupakan tahap pertama dalam program peningkatan kualitas metode *six*

sigma. Langkah operasional pertama yang akan dilakukan adalah menentukan sasaran dan tujuan peningkatan kualitas serta identifikasi cacat produk.

3.4 Tahap Measure

Measure merupakan tahap kedua dalam metode *six sigma*. Tahap pengukuran ini dilakukan melalui 2 tahap yaitu:

1. Analisis diagram kontrol (*P-chart*). Diagram kontrol P digunakan untuk atribut yaitu pada sifat-sifat produk yang berdasarkan atas proporsi jumlah suatu kejadian atau kejadian seperti diterima atau ditolak akibat proses produksi. Diagram ini dapat disusun dengan langkah sebagai berikut:

a. Uji kecukupan data

Perhitungan uji kecukupan data dengan rumus sebagai berikut:

$$N' = \frac{K^2}{S^2} \times p(1-p)$$

$N' < N$ jumlah data yang diuji cukup

Dimana N adalah kecukupan data, K adalah tingkat kepercayaan, S adalah tingkat ketelitian, dan P adalah Presentase Cacat

Nilai K jika tingkat kepercayaan 95% adalah 2 dan jika 99% adalah 3. Nilai S jika tingkat ketelitian 5% adalah 0,05 dan jika 1% adalah 0,01

b. Pemeriksaan Karakteristik dengan menghitung nilai Mean (CL).

Rumus mencari nilai mean:

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Dimana n merupakan jumlah sample, np merupakan jumlah kecacatan, dan CL merupakan rata-rata Kecacatan.

Untuk menentukan batas kendali terhadap pengawasan yang dilakukan dengan menetapkan nilai UCL (*upper control limit*) dan LCL (*Low Control Limit*):

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

$$LCL = CL - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Dimana CL adalah rata-rata kecacatan dan n adalah jumlah sampel

2. Menganalisis tingkat sigma dan *Defect for million opportunities* perusahaan. Menghitung DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dengan rumus:

$$DPU = \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Total Produksi}} \times 1.000.000$$

3.5 Tahap Analyze

Setelah diperoleh data pada tahap *define* dan tahap *measure* maka pada tahap ketiga ini dilakukan identifikasi penyebab masalah kualitas. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan peta kendali P (*P-Chart*)

3.6 Tahap Improve

Merupakan tahap peningkatan kualitas *six sigma* harus melakukan pengukuran (lihat dari peluang, kerusakan, proses kapabilitas saat ini), rekomendasi ulasan perbaikan menganalisa kemudian tindakan perbaikan dilakukan.

3.7 Tahap Control

Merupakan tahap peningkatan kualitas dengan memastikan level baru kinerja dalam kondisi standar dan terjaga nilai-nilai peningkatannya yang kemudian didokumentasikan yang berguna sebagai langkah perbaikann untuk kinerja proses berikutnya.

3.8 Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone*)

Analisis *fishbone* adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang ada (Gaszpers, V. 2002). Langkah langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Pengumpulan data
- 2) Menggambarkan bagan faktor penyebab
- 3) Identifikasi akar masalah
- 4) Rekomendasi dan implementasi

3.9 Wawancara

Wawancara atau *interview* merupakan cara mengumpulkan data dengan mengajukan pertanyaan langsung kepada seorang narasumber atau yang sering disebut informan. Biasanya, sebelum melakukan wawancara, pewawancara mempersiapkan terlebih dahulu pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan kepada informan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Define

Sasaran dan tujuan perbaikan yang menjadi obyek penelitian ini adalah Pengiriman Produk CCSP (*corrugated Concrete Sheet pile*). Perusahaan mengutamakan kepuasan konsumen dengan menjaga kondisi produk selama proses pengiriman. Sehingga untuk mencapai hal itu perusahaan menginginkan kondisi produk yang sampai pada konsumen bebas dari cacat sampel, retak dan produk yang ditolak (*reject*)

4.2 Tahap Measure

Tabel 1 adalah data produk CCSP berdasarkan *shipment* 1 sampai dengan 5 pada tahun 2018.

Tabel 1 Laporan Pengiriman CCSP (*Corrugated Concrete Sheet Pile*) dalam 5 *shipmen*

Shipment	Tanggal Kedatangan	Jumlah Produk	Jenis Cacat			Jumlah Produk Cacat	Presentase Produk Cacat
			Sompel	Retak	Som+Ret		
1	11 Dec 2017	44	38	-	4	42	95%
2	24 Dec 2017	309	271	1	23	296	96%
3	6 Jan 2018	307	260	2	11	275	90%
4	8 Jan 2018	447	385	2	5	394	88%
5	17 Juli 2018	448	350	4	74	428	96%
Total		1555	1304	9	117	1435	
Rata-Rata							93%

Selanjutnya dilakukan perhitungan uji

kecukupan data untuk memastikan apakah data yang dikumpulkan dalam laporan tersebut cukup.

- a) Menghitung Uji Kecukupan Data

$$N' = \frac{K^2}{S^2} \times p(1-p)$$

$$K = \text{Tingkat Kepercayaan } 95\% = 2$$

$$S = \text{Tingkat Kepercayaan } 5\% = 0.05$$

$$P = 93\%$$

$$N = 1555$$

$$N' = \frac{2^2}{0.05^2} \times 93\% (1 - 93\%) = 104.16$$

$$N' < N \text{ Jumlah data yang diuji cukup}$$

$$104,16 < 1555 \text{ Jumlah data cukup}$$

Dalam tahap *Measure* pengukuran dibagi menjadi dua tahap yaitu:

1. Analisis Diagram Kontrol (*P-Chart*)

Data diambil dari proyek *EPCI Sheeppile* yaitu pengawasan kualitas yang diukur dari produk yang sudah sampai di *stock yard*. Jumlah produk sesuai dengan permintaan konsumen sebanyak 1555 batang dan ditemukan produk cacat sebanyak 1435 batang. Dari data-data tersebut dapat dibuat peta kendali *P-chart*, berikut contoh perhitungan mean (CL), batas kendali bawah (LCL), dan batas kendali atas (UCL) produk CCSP dalam 5 kali pengiriman.

- a) Menghitung Mean (CL)

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \frac{1.435}{1.555} = 0,923$$

- b) Menghitung Presentase kerusakan

$$p = \frac{np}{n}$$

$$p = \frac{42}{44} = 0,95455 = 95\%$$

- c) Menghitung batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL)

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1-CL)}{n}}$$

$$= 0,923 + 3 \sqrt{\frac{0,923 (1 - 0,923)}{44}} = 1,044$$

$$LCL = CL - 3 \sqrt{\frac{CL (1 - CL)}{n}}$$

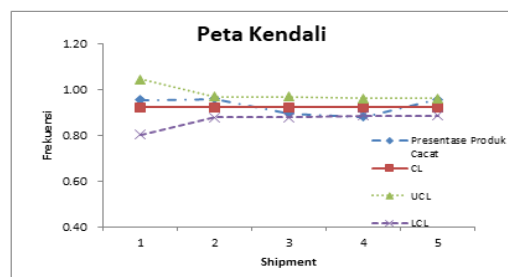
$$= 0,923 - 3 \sqrt{\frac{0,923 (1 - 0,923)}{44}} = 0,802$$

Setelah dilakukan perhitungan, rekapitulasi perhitungan CL, UCL dan LCL dibuat kedalam bentuk tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Batas Kendali

Shipment	Jumlah Produk	Jumlah Produk Cacat	Presentase Produk Cacat	CL	UCL	LCL
1	44	42	95%	0.923	1.044	0.802
2	309	296	96%	0.923	0.968	0.877
3	307	275	90%	0.923	0.969	0.877
4	447	394	88%	0.923	0.961	0.885
5	448	428	96%	0.923	0.961	0.885
Total	1555	1435				

Dari hasil perhitungan diatas, maka selanjutnya dapat dibuat peta kendali yang berfungsi untuk mengetahui apakah suatu proses berada dalam batas kendali atau apakah kapabilitas sebuah proses berada pada batas dan kriteria yang diharapkan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik peta kendali pengendalian kualitas produk CCSP

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa data yang diperoleh seluruhnya berada dalam batas kendali yang diharapkan. Hal ini menunjukkan pengendalian dari kerusakan yang stabil tetapi masih sangat tinggi sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas. Hal ini juga menyatakan pengendalian kualitas perusahaan memerlukan adanya perbaikan

dalam sistem pengiriman produk untuk mengurangi tingkat kecacatan.

2. Tahap Pengukuran tingkat six sigma dan Defect for million opportunities (DPMO).

Untuk mengukur tingkat six sigma dari pengiriman produk CCSP dapat dilakukan dengan cara Gaspersz (2007:42) dengan langkah sebagai berikut:

a) Menghitung DPU (Defect per unit)

$$DPU = \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Total Produksi}}$$

$$DPU = \frac{42}{44} = 0,95455$$

b) Menghitung DPMO (Defect Per Million Opportunities)

$$DPMO = \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Total Produksi}} \times 1.000.000$$

$$= \frac{42}{44} \times 1.000.000 = 95.455$$

c) Mengkonversikan hasil DPMO dengan tabel Six sigma untuk mendapatkan hasil sigma

Setelah dilakukan perhitungan nilai Sigma, Rekapitulasi perhitungan DPU, DPMO dan Nilai sigma dibuat kedalam bentuk Tabel 3.

Tabel 3 Pengukuran Tingkat Sigma dan DPMO (Defect Per Million Opportunities)

Shipment	Jumlah Produk	Jumlah Produk Cacat	DPU	DPMO	Nilai Sigma
1	44	42	0.95455	95455	2.808
2	309	296	0.95793	95793	2.806
3	307	275	0.89577	89577	2.843
4	447	394	0.88143	88143	2.852
5	448	428	0.95536	95536	2.807
Total	1555	1435			
Rata-Rata			0.92901	92901	2.823

Dari hasil perhitungan tabel 3 pengendalian kualitas produk CCSP memiliki tingkat sigma rata-rata 2,82.

4.3 Tahap Analyze

Mengidentifikasi penyebab masalah

kualitas dengan menggunakan Diagram Pareto. Data yang diolah untuk mengetahui presentase Kerusakan Produk dihitung dengan rumus :

$$\%kerusakan = \frac{\text{Jumlah jenis kerusakan}}{\text{Jumlah kerusakan keseluruhan}} \times 100\%$$

Presentase jenis produk yang ditolak:

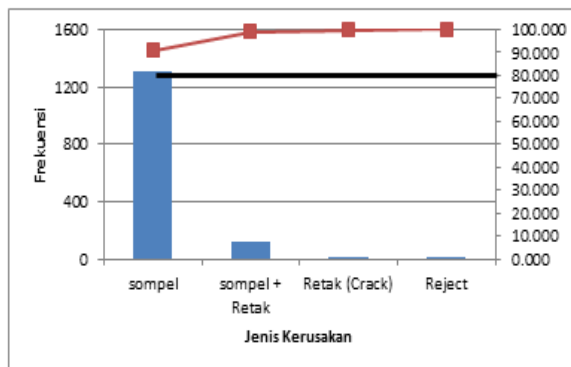
1. Produk Sampel sebanyak 1.304 batang
Perhitungan:

$$\begin{aligned} \%kerusakan &= \frac{1.304}{1.435} \times 100\% \\ &= 90,8\% \end{aligned}$$

Tabel 4 Perhitungan presentase kerusakan produk

No	Jenis Kerusakan	Jumlah Produk	Presentase kerusakan	Presentase Kumulatif
1	Sompel	1304	90.871	90.871
2	Sompel + Retak	117	8.153	99.024
3	Retak (Crack)	9	0.627	99.652
4	Reject	5	0.348	100.000

Hasil perhitungan dapat digambarkan dalam diagram pareto yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram Pareto Jenis kecacatan produk CCSP

Dari diagram pareto pada Gambar 2, penyebab kecacatan ada 4 yaitu sampel, sampel + retak, retak dan reject. Penyebab paling utama kecacatan yaitu sampel dengan presentase dari total kecacatan adalah 90%. Penyebab lainnya yaitu retak, sampel + Retak dan *reject* dengan presentase masing-masing 0,63%; 8,2% dan 0,35%. Jadi perbaikan dapat dilakukan

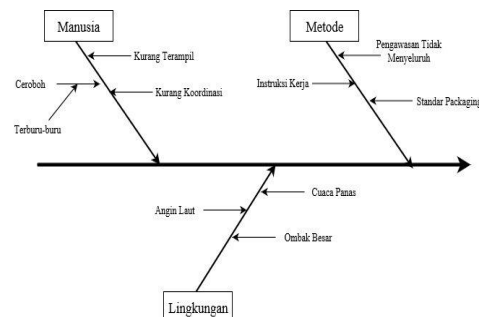
terhadap 4 jenis penyebab kecacatan tersebut.

4.4 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

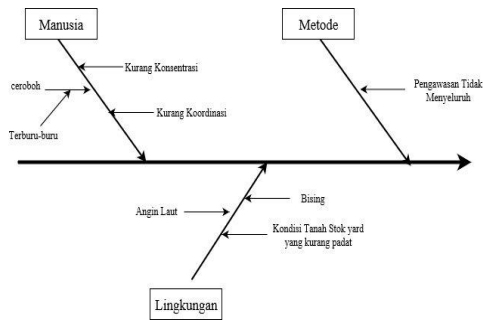
Diagram sebab akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Adapun hasil dari wawancara PT. PIP faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab kerusakan dapat digolongkan sebagai berikut:

- Man** (manusia)
Para pekerja dan operator yang melakukan pekerjaan dalam proses pengiriman produk.
- Method** (metode)
Instruksi kerja atau perintah kerja yang harus diikuti dalam proses pengiriman produk
- Environment** (lingkungan)
Keadaan sekitar area loading unloading produk yang berada di pelabuhan secara tidak langsung mempengaruhi proses pengiriman produk dan lokasi tanah *stock yard* yang labil (tidak padat).
- Machine** (mesin)
Mesin dan berbagai peralatan yang digunakan dalam proses pengiriman

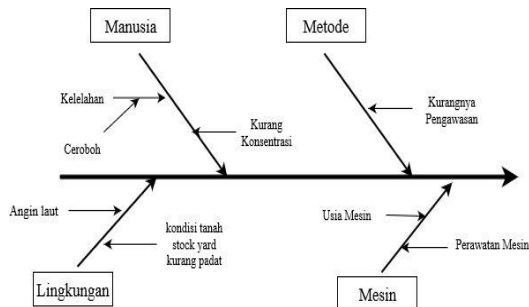
Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri jenis masing-masing kecacatan yang terjadi adalah seperti pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3 Diagram Sebab Akibat Jenis Kecacatan Sompel



Gambar 4 Diagram Sebab Akibat Jenis Kecacatan Retak



Gambar 5 Diagram Sebab Akibat Jenis Kecacatan ditolak (reject)

4.5 Tahap *Improve*

Merupakan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma* setelah mengetahui penyebab kecacatan produk CCSP, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan secara umum dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk seperti pada tabel 5, 6 dan 7.

4.6 Tahap *Control*

Merupakan tahap analisis terakhir dari proyek *six sigma* yang menekankan pada pendokumentasian dan penyebarluasan dari tindakan yang telah dilakukan meliputi:

1. Melakukan perawatan mesin tidak hanya saat mesin mengalami kerusakan
2. Melakukan pengawasan terhadap pekerja dilapangan agar pekerja bekerja sesuai dengan prosedur
3. Melakukan pencatatan seluruh kondisi produk sebelum proses pengiriman dan saat tiba dilokasi tujuan
4. Melaporkan hasil pencatatan berdasarkan type produk kepada

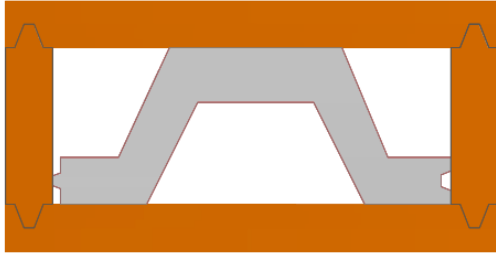
supervisor

5. Total produk cacat dalam 1 kali pengiriman dicantumkan dalam mothly manager scorecard atas pertanggungjawaban manajer untuk dilaporkan.

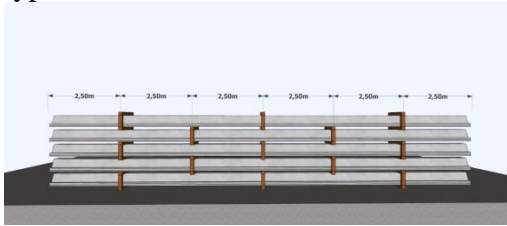
Penetapan metode *six sigma* dapat dilakukan secara terus menerus supaya peningkatan kualitas pengiriman produk CCSP dan nilai Sigma dapat dicapai dan diketahui perkembangannya.

4.7 Metode Pengendalian Kualitas produk *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)* oleh PT PIP

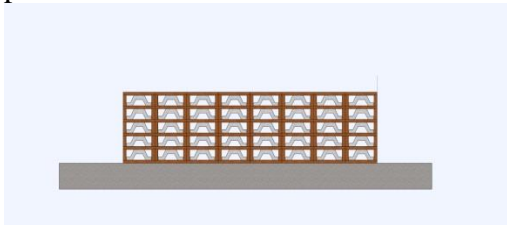
1. Saat Pengangkutan
 - a. Packing kayu diletakkan setiap 4 m – 5 m, Jenis kayu meranti
 - b. Ikatan rantai harus kuat dan kencang
 - c. Pertemuan rantai dengan produk dilapisi ban bekas
 - d. Produk harus diikat di setiap 4 baris sejumlah 3 pcs
 - e. Rantai harus mempunyai faktor keamanan (FS) 3
 - f. Jumlah tumpukan tidak boleh melebihi kapasitas alat angkut dan peraturan lalu lintas
 - g. *Sheet pile* disusun simetris dalam 1 tipe
 - h. Produk harus bertumpu merata dan Posisi packing kayu disusun selang seling
 - i. Semua bagian dari sambungan kayu harus terpasang pada produk
 - j. Memberi proteksi berupa karet (ban bekas) untuk produk yang berada dibagian dinding kapal
 - k. Memberi proteksi diantara barisan produk berupa karet pada bagian kepala dan kaki produk



Gambar 6 Detail Packing produk CCSP type W400 L15



Gambar 7 Tampak Samping packing produk CCSP



Gambar 8 Tampak depan packing produk CCSP

5. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan data pengiriman produk CCSP yang diperoleh diketahui jumlah pengirimannya sebesar 1.555 batang dengan jumlah produk cacat yang terjadi dalam 5 kali pengiriman sejumlah 1.435 batang. berdasarkan perhitungan proses pengiriman produk CCSP ini memiliki tingkat sigma 2,83. hal ini tentunya menjadi sebuah kerugian apabila tidak ditangani sebab semakin banyak produk gagal mengakibatkan pembengkakan biaya produksi.
2. Faktor-Faktor penyebab kerusakan paling potensial adalah faktor manusia kemudian diikuti oleh faktor metode pelaksanaan dan faktor Lingkungan.
3. Berdasarkan diagram pareto, prioritas perbaikan yang perlu dilakukan oleh perusahaan untuk menekan atau menekan jumlah produk cacat yang

terjadi dalam pengiriman dapat dilakukan dengan mengurutkan presentase penyebab kecacatan tertinggi berturut-turut yaitu cacat sompel 90,8%, sompel dan Retak (*Crack*) sebanyak 8,2%, Retak (*crack*) sebanyak 0,63% dan produk yang ditolak (*reject*) sebanyak 0,35%. Berdasarkan hasil wawancara dengan PT. PIP untuk menekan jumlah nilai sigma untuk mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defect*) dapat melakukan perbaikan pada bentuk packing pengiriman produk CCSP.

DAFTAR PUSTAKA

- Safrizal & Muhazir. 2016. Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma. *Jurnal Manajemen Keuangan vol 5 no 2 tahun 2016*. November
- Firman ardiansyah. 2014. Pengendalian Cacat Produk Dengan Pendekatan Six Sigma, *Jurnal Dinamika Teknik Vol 8 no 1, Januari 2014*
- Fikry Hamidy. 2016. Pendekatan Analisis Fishbone, *Jurnal Tekno Info vol 10 no 1 tahun 2016*
- Muhammad syarif hidayatullah. 2017 Analisis Pengendalian Kualitas. *Jurnal Penelitian Ekonomi Wiga vol 7 Maret 2017*
- Pengendalian Kualitas untuk meminimasi produk cacat, *Jurnal J@TI UNDIP vol ix, No 3, September 2014*
- M. Iqbal Hasan. Pokok-Pokok Materi Statistic 2 (Statistic Inferensif), edisi kedua
- Thomas L. Saaty. 1993. *Pengambilan Keputusan, seri manajemen no. 134*.
- Dewi, S. K. 2012, Minimasi Defect Produk dengan Konsep Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri. Vol. 13, No.1, Pp. 43-50*.