

## Decision Support for Quality Control in Brick Production (Case Study in Kupang)

Fahrizal<sup>1,\*</sup>, Damianus Manesi<sup>2</sup> and Asrial<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Nusa Cendana – Kupang

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Nusa Cendana – Kupang

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP, Universitas Nusa Cendana – Kupang

\*Corresponding author: fahrizal@staf.undana.ac.id

**Abstract.** Product damage or defects in production activities occur because of deviations from various factors. So that the resulting product does not experience damage or a low level of damage, the company must carry out activities by implementing a quality control system. This study aims to implement quality control techniques using statistical aids in an effort to control the level of product damage in brick companies in Kupang City, formulate recommendations or quality improvement proposals, and determine the priority order of the proposed recommendations. Quality control was carried out using the Statistical Quality Control method in the form of p control map (control chart p). It was used to monitor damaged products, whether they are within the control limits or not. Furthermore, identification of the factors that cause product damage was carried out using a cause and effect diagram. Based on identification, then a recommendation or quality improvement proposal was prepared. The recommendations are then made a priority sequence using the pairwise comparison method. The results of the P control chart analysis show that the process is within the control limits. Based on the cause and effect diagram analysis, it was known that the factors causing damage to brick products come from raw material, work methods, labor, and production machinery and equipment. Based on a pairwise comparison analysis, it is found that the factors that must get the first priority are raw materials, labor, then production machines, and finally the work method. The analysis will be taken into consideration for the company in taking preventive and corrective actions to reduce the level of product damage.

**Abstrak.** Kerusakan atau cacat produk dalam kegiatan produksi terjadi karena adanya penyimpangan-penyimpangan dari berbagai faktor. Agar produk yang dihasilkan tidak mengalami kerusakan atau tingkat kerusakan yang rendah, maka pihak perusahaan harus melakukan aktivitas dengan menerapkan sistem pengendalian kualitas. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknik pengendalian kualitas menggunakan alat bantu statistik dalam upaya mengendalikan tingkat kerusakan produk di perusahaan batako di Kota Kupang, merumuskan rekomendasi atau usulan perbaikan kualitas, serta menentukan urutan prioritas rekomendasi usulan tersebut. Pengendalian kualitas dilakukan menggunakan metode *Statistical Quality Control* berupa peta kendali p (*control chart p*). Peta kendali p digunakan untuk memonitor produk yang rusak apakah masih berada dalam batas pengendalian atau tidak. Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan produk menggunakan diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*), untuk kemudian dapat disusun sebuah rekomendasi atau usulan perbaikan kualitas. Rekomendasi atau usulan perbaikan tersebut kemudian dibuat urutan prioritas menggunakan metode perbandingan berpasangan. Hasil analisis peta kendali p menunjukkan bahwa proses berada dalam batas pengendalian. Berdasarkan analisis diagram sebab akibat dapat diketahui faktor penyebab kerusakan produk batako berasal dari faktor bahan baku, metode kerja, tenaga kerja, serta alat dan mesin produksi. Berdasarkan analisis perbandingan berpasangan didapatkan bahwa, faktor yang harus mendapatkan prioritas pertama adalah bahan baku, kemudian tenaga kerja, selanjutnya alat dan mesin produksi, dan terakhir adalah metode kerja. Analisis tersebut akan menjadi bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan dalam mengambil tindakan pencegahan serta perbaikan untuk menekan tingkat kerusakan produk.

**Keywords:** Pengendalian Kualitas, Batako, *Statistical Quality Control*, *Cause and Effect Diagram*, Metode Perbandingan Berpasangan

## Pendahuluan

Perusahaan-perusahaan pembuat batako merupakan industri manufaktur di Kota Kupang yang terus mengalami pertumbuhan dan perkembangan seiring dengan meningkatnya kebutuhan pengguna terutama untuk bahan bangunan. Kebutuhan batako di Kota Kupang cukup besar, seperti yang dilaporkan [1] bahwa penjualan batako oleh perusahaan batako di Jl. Timor Raya KM 7 Oesapa mencapai angka di atas 5000 biji setiap hari. Tingginya permintaan batako tersebut secara tidak langsung menimbulkan persaingan antara produsen untuk menawarkan produk yang bermutu dan berdaya saing tinggi. Untuk menghasilkan produk batako yang berkualitas, maka harus dilakukan sejumlah aktivitas diantaranya pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas (*quality control*) merupakan aktivitas untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Pengendalian kualitas ditekankan terutama pada pemeriksaan dan analisis terhadap kecatatan, bertujuan untuk menjaga standar kualitas [2] dan untuk menghasilkan produk yang berkualitas yang dapat bersaing di pasaran, serta dapat diterima masyarakat [3]. Kegiatan ini seharusnya dilakukan secara rutin pada setiap perusahaan. Apabila pengendalian kualitas dilakukan dengan baik pada industri pembuat batako, maka tingkat kerusakan produk batako yang dihasilkan sangat rendah atau sedikit terjadi produk yang rusak.

Batu cetak beton (batako) merupakan salah satu bahan bangunan berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk berupa campuran dari semen, agregat halus, air dan bahan tambahan lainnya dengan perbandingan tertentu [1]. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan nonstruktural. Batako dibagi atas dua jenis, yaitu batako berlubang (*hollow block*) dan batako tidak berlubang atau pejal (*solid block*) serta mempunyai ukuran yang bervariasi.

Kualitas batako ditentukan oleh faktor bahan baku penyusun dan proses pembuatan batako itu sendiri. Faktor bahan baku penyusun seperti kualitas semen, ukuran kapur, ukuran dan kebersihan pasir, dan kualitas air. Sedangkan faktor proses seperti kepadatan campuran, kondisi alat dan mesin, serta keterampilan tenaga kerja.

Perusahaan Batako XYZ yang merupakan tempat penelitian memproduksi jenis batako pejal ukuran panjang 40 cm, tinggi 20 cm, dan lebar 10 cm, dengan kapasitas produksi 1400 biji batako per hari atau rata-rata 35000 biji per bulan (6 hari kerja per

minggu). Jumlah produksi tersebut didukung oleh 2 unit mesin berkapasitas masing-masing 700 batako per hari. Batako dibuat dari bahan semen, tanah kapur, dan pasir. Semen yang digunakan adalah Semen Kupang yang diperoleh dari toko bahan bangunan. Pasir yang digunakan adalah Pasir Takari. Semen, tanah kapur, dan pasir diperoleh dengan cara pinjaman (kemitraan) dan dibayar setelah batako terjual.

Sebagai komitmen untuk menjadikan perusahaan berdaya saing, maka sangat diperlukan penerapan *Quality Management System*. Produksi batako berlangsung setiap hari dengan melalui sejumlah tahapan. *Daily Control* merupakan kegiatan pengawasan produksi sehari-hari menggunakan alat bantu pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control/SQC*). SQC merupakan sebuah metode yang didesain untuk mengevaluasi kualitas ditinjau dari sisi kesesuaian dengan spesifikasinya [4]. Metode SQC digunakan untuk mengukur kualitas produk batako sehingga dapat mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk dimasa sekarang dan yang akan datang.

Peta kendali merupakan alat bantu pengendalian kualitas dan bentuk peta kendali tergantung pada tipe data yang digunakan [5]. Peta kendali proporsi kesalahan (peta kendali *p/p-chart*) menggunakan data atribut, digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang diisyaratkan, atau untuk mengukur kerusakan yang terjadi dalam proses produksi agar tidak melewati batas pengendalian. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, hasil perhitungan dilengkapi dengan grafik *p-chart*, yang ditunjukkan dalam garis batas atas (*upper control limit*) dan garis batas bawah (*lower control limit*). Dalam menentukan peta kendali p cacat batako, data yang diperlukan adalah data produksi *output* harian bulan Mei 2018 sebanyak 25 hari dan data cacat yang diteliti adalah cacat produk berupa retak atau pecah pada permukaan batako, baik sebagian maupun seluruhnya. Pecah permukaan pada bagian pinggir kurang dari 2 cm tidak termasuk kategori cacat.

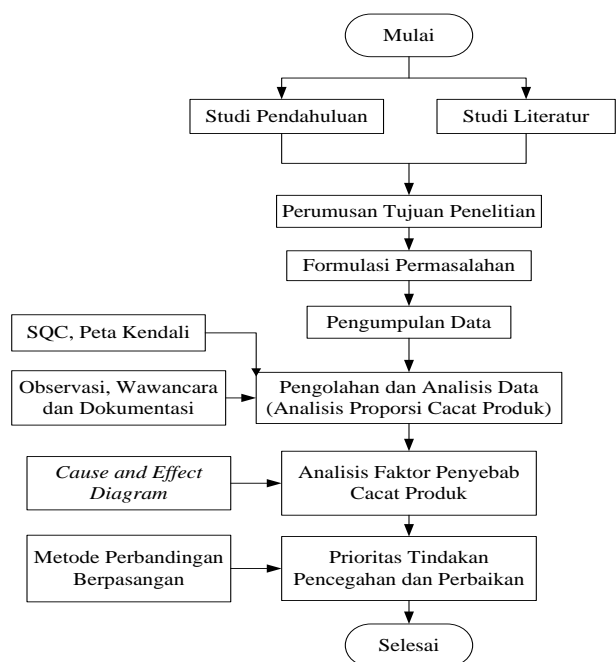
Alat bantu pengendalian kualitas lainnya adalah diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) atau biasa disebut diagram tulang ikan (*fishbone diagram*), yang dikembangkan oleh Dr. Kauro Ishikawa pada tahun 1943, sehingga sering disebut diagram Ishikawa. Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan [6]. Dalam kasus penelitian ini, diagram sebab-akibat digunakan untuk mencari faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan atau cacat produk batako, sekaligus diambil tindakan

perbaikan untuk mengurangi terjadinya kerusakan atau cacat produk batako.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan peta kendali pada pengendalian kualitas pada produksi batako, mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan atau cacat produk batako, menyusun rekomendasi tindakan-tindakan perbaikan yang harus dilakukan, serta menetapkan urutan prioritas alternatif tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya kerusakan atau cacat produk batako.

**Metode Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu analisis proporsi kerusakan (cacat) produk batako menggunakan peta kendali *p-chart*, analisis sebab terjadinya kerusakan produk menggunakan diagram sebab akibat, dan menyusun sebuah rekomendasi atau usulan perbaikan kualitas, serta merumuskan urutan prioritas rekomendasi tersebut. Pengendali proporsi kesalahan *p-chart* digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan [6,7]. Diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*) digunakan untuk mencari faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan atau cacat produk batako, serta tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya kerusakan produk. Sedangkan metode perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan urutan prioritas perbaikan kualitas. Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

**Analisis Peta Kendali p (p-Chart)**

Langkah awal dalam analisis peta kendali p adalah melakukan observasi, kemudian menghitung jumlah produk dan proporsi produk yang rusak/cacat berdasarkan ukuran sampel. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan pada bulan Mei 2018, selama 25 hari kerja dan ukuran sampel sebanyak 35000 buah atau 1400 batako per hari. Data hasil observasi/perhitungan kemudian ditabulasi dalam tabel hasil observasi. Selanjutnya, berdasarkan data hasil observasi, kemudian dihitung rata-rata (persentase) jumlah produk cacat, standar deviasi, serta batas kendali atas dan batas kendali bawah. Data hasil observasi cacat produk batako selama penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil observasi data kerusakan/cacat batako

Observasi ke-	Ukuran Sampel	Jumlah Produk Rusak/Cacat	Proporsi Rusak/Cacat
1	1400	40	0,028
2	1400	50	0,035
3	1400	50	0,035
4	1400	40	0,028
5	1400	40	0,028
6	1400	60	0,042
7	1400	50	0,035
8	1400	40	0,028
9	1400	50	0,035
10	1400	50	0,035
11	1400	60	0,042
12	1400	40	0,028
13	1400	50	0,035
14	1400	40	0,028
15	1400	40	0,028
16	1400	50	0,035
17	1400	50	0,035
18	1400	40	0,028
19	1400	50	0,035
20	1400	50	0,035
21	1400	35	0,025
22	1400	40	0,028
23	1400	40	0,028
24	1400	50	0,035
25	1400	50	0,035
Jumlah	35000	1150	

Berdasarkan Tabel 1, dapat dihitung persentase kerusakan (*center line*) dan standar deviasi persentase kerusakan. Persentase kerusakan ( $\bar{P}$ ) didapatkan dengan persamaan:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^j P_i}{g} \tag{1}$$

dimana :

$\sum_{i=1}^j P_i$  = jumlah batako yang rusak selama 25 hari observasi.

$g$  = ukuran sampel.

Dengan demikian diperoleh  $\bar{P}$  sebesar 0,046.

Nilai tersebut juga merupakan *center line*. Standar deviasi proporsi kerusakan atau cacat produk ( $\sigma_p$ ) didapatkan dengan persamaan [6]:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (2)$$

Dimana  $n$  adalah jumlah rata-rata ukuran sampel.

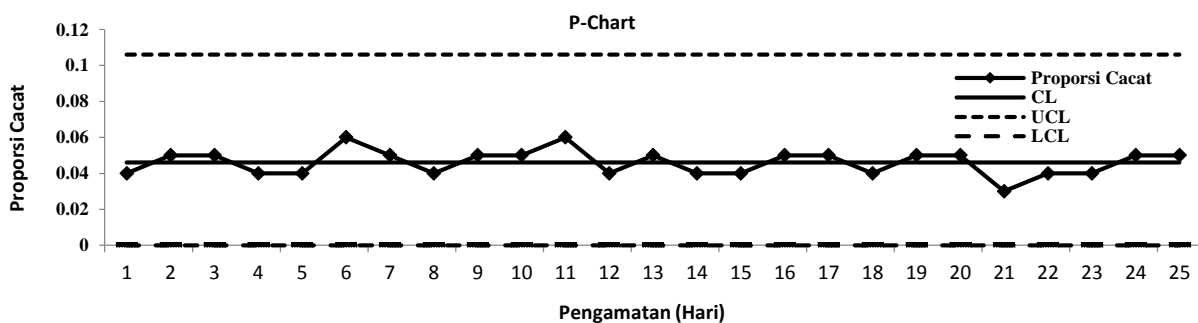
Batas pengendalian atas (UCL) dan batas pengendalian bawah (LCL) untuk peta kendali  $p$  (*p-chart*) diperoleh dengan menggunakan persamaan [6]:

$$UCL = \bar{P} + 3\sigma_p \quad (3)$$

$$LCL = \bar{P} - 3\sigma_p \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (3) dan (4) diperoleh nilai batas atas (UCL) sebesar 0,106, sedangkan nilai batas bawah (LCL) sebesar -0,014 (dijadikan nol).

Peta kendali  $p$  terdiri dari nilai *center line*, nilai batas atas, dan nilai batas bawah. Setelah nilai-nilai tersebut diperoleh, kemudian diplot ke dalam grafik *Control p-Chart* untuk menampilkan distribusi data (nilai) *Center Line* (CL), UCL, dan LCL dalam bentuk garis lurus, seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta kendali p produksi batako

Berdasarkan Gambar 2 dijelaskan bahwa berdasarkan nilai batas atas dan nilai batas bawah, semua data berada dalam batas pengendalian statistik (*in statistical control*), atau dikatakan bahwa pengendalian kualitas terhadap batako sudah dilaksanakan dengan baik, karena kerusakan/cacat

batako yang terjadi masih dalam batas pengendalian.

### Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan [6]. Diagram sebab akibat dimaksudkan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab. Untuk mengetahui sebab-sebab masalah tersebut, diperlukan identifikasi secara menyeluruh, mulai dari penyebab utama, penyebab sekunder, dan penyebab tersier. Sedangkan akibat merupakan permasalahan utama yang harus diselesaikan. Penyebab masalah yang menyebabkan produksi batako cacat yaitu bahan baku, proses pencampuran bahan, alat/mesin cetak batako yang digunakan, dan tenaga operator/karyawan, seperti disajikan pada Gambar 3.

Sumber-sumber utama penyebab produksi batako menjadi cacat dan tindakan-tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk mengurangi jumlah cacat produk batako seperti pada Gambar 3, diuraikan lebih rinci sebagai berikut:

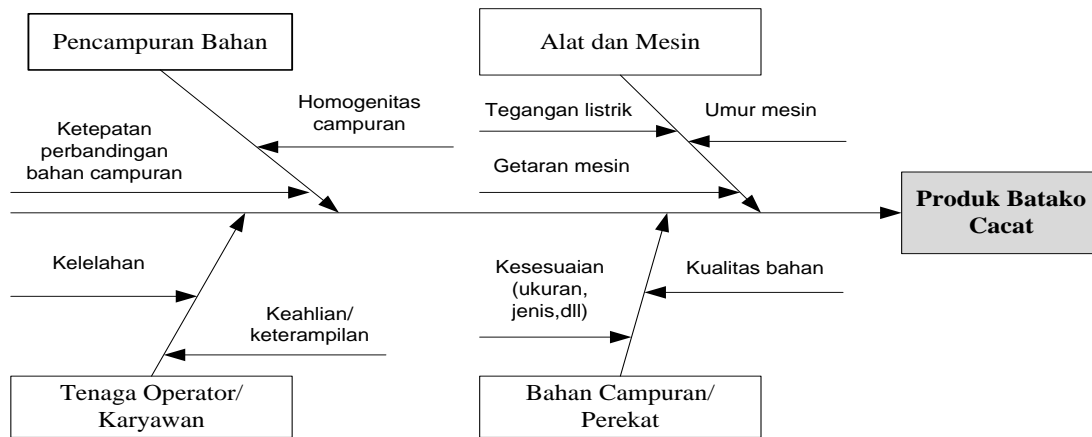
- Bahan baku: bahan utama pembuatan batako adalah pasir, kapur, air, dan semen sebagai perekat. Kualitas bahan baku sangat menentukan kualitas atau tingkat cacat batako. Bahan baku yang sangat berpengaruh adalah kualitas pasir. Ukuran butiran pasir dan kandungan lumpur sangat menentukan kualitas campuran. Pihak perusahaan harus melakukan pengendalian kualitas pasir dengan cara menggunakan pasir yang berkualitas dan memeriksa secara berkala

kandungan lumpur dalam pasir. Kandungan lumpur umumnya berada di atas batas yang diperbolehkan pada saat musim hujan.

- Proses pencampuran bahan: pencampuran bahan pasir, kapur, dan semen umumnya menggunakan sekop manual. Pencampuran ini membutuhkan ukuran perbandingan bahan campuran yang

tepat sehingga dapat dihasilkan batako yang berkualitas. Pencampuran bahan juga menjamin bahwa campuran bersifat homogen atau merata. Campuran yang tidak merata dapat menyebabkan distribusi tegangan menjadi tidak merata pada saat pencetakan, dan dapat menyebabkan batako menjadi pecah atau retak pada saat diangkat atau dijemur. Pihak perusahaan harus mengendalikan kualitas campuran dengan selalu menjaga perbandingan ukuran pasir, semen, tanah putih yang sesuai standar, serta menjamin bahwa campuran selalu merata dan homogen.

sangat ditentukan oleh keterampilan operator dan tenaga bantu. Pihak perusahaan harus mengendalikan karyawan dengan menggunakan karyawan yang terampil dan disiplin. Disamping itu, pihak perusahaan harus mengatur jam kerja dan jam istirahat yang tepat dan cukup, serta memperhatikan lingkungan kerja (terutama faktor suhu), dengan demikian karyawan tidak mengalami kelelahan atau *stress* yang berdampak pada kualitas produk yang dihasilkan.



**Gambar 3.** Cause and effect diagram untuk mencari penyebab kerusakan produksi batako

- c. Alat dan mesin cetak yang digunakan. Alat press cetak batako menggunakan kerangka baja dengan penggerak tenaga listrik dan dibantu dengan tenaga manual. Produk batako sangat ditentukan oleh umur mesin. Semakin tua umur mesin, maka semakin rendah efisiensinya, begitupula sebaliknya. Batako dibuat dengan cara kombinasi *press* dan getar. Daya *press* dan efek getar dihasilkan oleh daya listrik dari motor listrik. Daya listrik dapat berubah-ubah tergantung pada fluktuasi tegangan, dan juga berdampak pada daya *press* dan efek getar yang dihasilkan. Pihak perusahaan harus mengendalikan alat dan mesin yang digunakan dengan cara memeriksa secara berkala komponen-komponen mesin, memeriksa daya *press* dan getaran *out put*, termasuk kondisi motor listrik penggerak.
- d. Operator mesin/karyawan. Operator adalah karyawan yang mengoperasikan mesin cetak batako. Tiap mesin dioperasikan oleh satu operator dan dibantu satu tenaga pengisi bahan campuran sekaligus bertugas mengangkat batako dari dalam cetakan. Kualitas batako

### Analisis Perbandingan Berpasangan

Faktor-faktor penyebab cacat produk batako yang didapatkan melalui analisis *cause and effect diagram*, kemudian diberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingannya menggunakan analisis perbandingan berpasangan dengan teknik manipulasi matriks. Menurut [8-10], untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Berdasarkan analisis perbandingan berpasangan didapatkan bahwa, faktor yang mendapatkan prioritas pertama adalah bahan baku, kemudian tenaga kerja, selanjutnya alat dan mesin produksi, dan terakhir adalah metode kerja.

### Kesimpulan

- Pengendalian kualitas statistik dengan alat bantu peta kendali p dapat digunakan secara efektif untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan berada dalam batas-batas yang diisyaratkan atau batas pengendalian, dan batas-batas pengendalian ditampilkan secara grafik.
- Diagram sebab-akibat dapat digunakan secara efektif untuk mengidentifikasi atau mencari faktor-faktor penyebab timbulnya kerusakan

atau cacat produk, yang ditunjukkan dalam bentuk garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah.

- Faktor-faktor penyebab cacat produk batako memiliki tingkat kepentingan yang berbeda, sehingga perlu dibuat urutan prioritasnya. Urutan tersebut menjadi rujukan dalam pengambilan tindakan-tindakan perbaikan dalam rangka mengurangi kerusakan atau cacat produk.

## Referensi

- [1] Kuala, S.U.B., 2016. Kuat Tekan Batu Cetak Beton (Batako) Pejal Menggunakan Bahan Tambahan Serabut Buah Pinang. [Skripsi] FKIP Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- [2] Schey, J.A., 2009. Proses Manufaktur. Andi, Yogyakarta.
- [3] Susetyo, J., dkk., 2011. Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai metode pengendalian dan perbaikan kualitas produk. Jurnal Teknologi, Vol. (4) 1, 53-61.
- [4] Chase, R.B. et al., 2001. Operations Management For Competitive Advantage. 9<sup>th</sup> Edition. Mc Graw-Hill Companies, New York.
- [5] Nasution, A.H., 2006. Manajemen Industri. Andi, Yogyakarta.
- [6] Ariani, DW. 2005. Pengendalian Kualitas Statistik. Andi, Yogyakarta.
- [7] Haming, M., dan Nurnajamuddin, M., 2007. Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur dan Jasa. Buku 2. Bumi Aksara, Jakarta.
- [8] Saaty, TL. 1983. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
- [9] Marimin, 2008., Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Cetakan ketiga. Grasindo, Jakarta.
- [10] Fahrizal, dkk., 2014. Model Penunjang Keputusan Pengembangan Agroindustri Gula Tebu (Studi Kasus di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, Vol. 24(3), 189-199.