

Bab II

Tinjauan Pustaka

2.1 Produktivitas

Produktivitas adalah hal yang sangat penting untuk membuat suatu proses yang optimal, sebuah proses tanpa produktivitas yang stabil maka akan mendapatkan banyak kendala bahkan sampai meningkatkan biaya modal. Produktivitas adalah sebuah konsep yang berdasar pada hubungan antara hasil dengan modal yang dipakai. Menurut Nugroho (2021), produktivitas adalah pengukuran secara menyeluruh dari jumlah dan kualitas barang atau jasa yang dihasilkan pekerja atau mesin dan bahan baku atau sumber daya sebagai imputannya. Menurut Sutrisno (2011), untuk mengukur produktivitas dalam bekerja, diperlukan beberapa indikator, yaitu kemampuan, meningkatkan hasil yang dicapai, semangat kerja, pengembangan diri, mutu dan efisiensi.

Bagi perusahaan produktivitas karyawan yang dimiliki adalah hal yang penting untuk dijaga. Termasuk di bagian produksi, dengan produktivitas yang tinggi dan stabil maka rencana/ target yang sudah dibuat oleh perusahaan dapat dicapai sehingga cost yang dipakai dapat ditekan serendah-rendahnya. Berikut rumus untuk menghitung Produktivitas:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luaran}}{\text{Masukan (Jumlah Tenaga Kerja+Bahan Baku+ dan modal lainnya)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.2 Lingkungan Kerja

Menurut Khaeruman dkk. (2021) lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang ada di sekitar karyawan pada saat bekerja, yang dapat mempengaruhi dirinya dan pekerjaannya pada saat jam kerja. Lingkungan menjadi faktor yang memiliki pengaruh besar ketika perusahaan sedang beroperasi. Lingkungan kerja yang berkualitas akan menjadi faktor pendorong untuk keairahan kerja dan pada akhirnya akan mendorong produktivitas kerja karyawan, efisiensi, motivasi dan prestasi.

Lingkungan dibagi menjadi lingkungan fisik dan lingkungan non fisik. Lingkungan kerja fisik merupakan segala yang berbentuk dan tampak fisik yang ada disekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi karyawan secara langsung maupun tidak. Lingkungan kerja non fisik adalah keadaan hubungan antar setiap insan di perusahaan, baik hubungan dengan atasan, sesama rekan kerja, ataupun dengan bawahan.

2.3 Cahaya

Cahaya adalah suatu gejala akhir pancaran gelombang elektromagnetik yang dapat terlihat oleh mata bila suatu sumber cahaya memancarkan cahaya ini, akan dipancarkan ke seluruh arah dimana sumber cahaya ini akan menjadi pusatnya (ILO, 2016). Pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang dapat membuat pekerja dapat melihat obyek-obyek yang dikerjakannya secara jelas, cepat, dan tanpa usaha berlebih yang tidak diperlukan (Tarwaka, 2004).

Pencahayaan atau penerangan adalah faktor penting untuk membuat lingkungan kerja yang baik dan nyaman, lingkungan kerja tersebut akan meningkatkan produktivitas pekerja. Efisiensi kerja seorang operator ditentukan pada ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja, sehingga produktivitas dapat lebih optimal, serta keamanan kerja pun meningkat. Intensitas penerangan yang kurang dari standar yang seharusnya dapat mengakibatkan kelelahan mata yang akan mengakibatkan berkurangnya daya dan efisiensi kerja, kelelahan mental, keluhan pegal, keluhan sakit kepala disertai mata, kerusakan alat penglihatan, pada akhirnya ini semua akan meningkatkan kecelakaan kerja.

2.4 Suara

Suara adalah sensasi berbentuk gelombang longitudinal yang merambat melalui medium sehingga sampai ke telinga mengikuti garis lurus kecuali ada peredam atau dialihkan arahnya (Andriyanti, 2007). Mediumnya dapat berupa zat padat, cair, maupun gas. Tiga aspek yang menentukan kualitas bunyi adalah lama, intensitas, dan frekuensi. Dimana intensitas akan diukur dengan desibel (dB) dan frekuensi diukur dengan hertz (Hz).

2.5 Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan manusia (Prianto, 2022). Menurut KepMenNaker No. 51 (1999) semua suara yang tidak diinginkan yang berasal dari alat proses produksi dan alat kerja pada tingkat tertentu menimbulkan gangguan pendengaran.

Berikut ini adalah beberapa tingkat kebisingan menurut Suhadri (2008), beberapa sumber suara berikut bisa dijadikan sebagai acuan untuk menilai keamanan kerja adalah percakapan biasa (45-60 db), bor listrik (88-98 db), suara anak ayam dipeternakan (105 db), gergaji mesin (110-115 db), musik *rock* metal (115 db), sirine ambulans (120 db), teriakan awal manusia yang menjerit kesakitan (140 db), pesawat terbang jet (140 db)

Kebisingan ini pada akhirnya akan mengganggu kinerja dari pekerja yang berada di area tersebut dan akhirnya mengganggu produktivitas perkerja tersebut sehingga proses produksi menjadi tidak optimal. Ketentuan Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 tahun 2018 tentang NAB faktor fisik di tempat kerja yang menetapkan NAB 85 dB untuk kerja 8 jam sehari atau 40 jam dalam seminggu.

2.6 Musik

Musik adalah suatu hal yang tidak akan pernah lepas dari kehidupan manusia. Musik memiliki efek pada manusia dan itu dapat didasari dengan segala sesuatu seperti fisik, emosional, tingkah laku, imajinasi, dan lain sebagainya. Musik pada sekarang ini tidak hanya digunakan untuk media hiburan saja, musik banyak digunakan untuk media terapi. Musik dapat memiliki efek memberikan perasaan tenang bahkan sampai mengurangi rasa nyeri. Musik yang menenangkan ini juga dipakai dalam pengobatan penderita serangan jantung, pasien sebelum operasi, dan juga dapat digunakan untuk menurunkan *stress* pasien yang menunggu di ruang tunggu praktek (Djohan, 2005).

2.6.1 Pengertian Musik

Menurut Hidayatullah dan Hasyimkan (2016) musik adalah bunyi yang teratur dan diinterpretasikan oleh si pembuat (komposer). Musik adalah seni yang melukiskan pemikiran dan perasaan manusia melalui keindahan suaranya. Seperti jenis seni lainnya, musik juga merupakan refleksi perasaan seseorang atau masyarakat. Musik merupakan hasil dari cipta, pemikiran, dan rasa manusia atas kehidupan, pengalaman, dan dunianya.

2.6.2 Musik dan Pekerjaan

Musik dan pekerjaan sudah menjadi fenomena yang terjadi setiap harinya di sekitar kita, mulai dari petani, penggembala, pekerja kantoran, buruh pabrik, dan masih banyak profesi lainnya lagi, hampir semua pekerja dalam profesi tersebut pernah bekerja sambil diiringi oleh lagu. Musik diharapkan meningkatkan kegairahan dan kesegaran dalam berkerja, terlebih khusus untuk pekerjaan yang monoton. Menurut Suma'mur (1989) musik sebaiknya digunakan pada pekerjaan monoton repetitif yang memerlukan sedikit konsentrasi.

Tempo musik yang digunakan sebagai pengiring kerja pun harus diperhatikan. Tempo yang terlalu lambat dapat menimbulkan rasa kantuk sehingga menurunkan konsentrasi. Sedangkan jika temponya terlalu cepat akan merangsang gerakan yang tidak diperlukan sehingga meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

2.7 Desain Eksperimen

Desain Eksperimen adalah suatu usaha sistematis dalam perancangan desain melalui tindakan mengkondisikan beberapa faktor (Montgomery, 1997). Menurut Iriawan dan Astuti (2006), desain eksperimen memiliki tujuan untuk menentukan variabel *input* (faktor) yang dapat mempengaruhi respon, menentukan faktor yang membuat respon mendekati atau mencapai nilai yang diinginkan, dan menentukan *variable input* yang menyebabkan variasi respon kecil. Desain eksperimen ditemukan oleh Fisher pada tahun 1920 di pertaniannya, Fisher berhasil mendesain eksperimen untuk menentukan perlakuan yang optimal bagi tanahnya untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Desain eksperimen berkembang menjadi beberapa jenis yang kemudian dapat diklasifikasikan berdasarkan alokasi atau penempatan kombinasi faktor (perlakuan) dan derajat randomisasi eksperimen. Klasifikasi tersebut adalah *factorial design*, *fractional factorial design*, *randomized complete block design*, *split-plot design*, *nested design*, *incomplete block design*, dan *responses surface design dan mixture design*

Factorial design, desain ini digunakan untuk meneliti seluruh kemungkinan kombinasi yang terbentuk dari faktor-faktor yang telah ditentukan. Kemudian urutan bagaimana kombinasi-kombinasi perlakuan tersebut dipilih adalah sepenuhnya secara acak. Desain yang termasuk dalam klasifikasi ini adalah *single factor*, *two-factor*, *three-factor*, serta 2^k (k faktor dengan 2 level), dan 3^k (k faktor dengan 3 level) *factorial design*.

Fractional factorial design, desain ini digunakan untuk meneliti sebagian dari seluruh kemungkinan kombinasi faktor/ perlakuan. Urutan bagaimana kombinasi-kombinasi faktor tersebut akan dipilih secara acak. Klasifikasi ini terdiri dari desain *orthogonal arrays*, *desain plackett-burman*, *desain graeco-latin square dan latin square*. Desain-desain ini akan dipilih ketika eksperimen memiliki biaya yang tinggi dan memakan waktu yang lama.

Randomized complete block design, *split-plot design*, dan *nested design*, pada desain ini seluruh kombinasi faktor akan dilakukan, tetapi terdapat beberapa bentuk larangan yang akan digunakan dalam randomisasi. *Randomized complete block design* adalah suatu desain dimana setiap blok berisi seluruh kemungkinan perlakuan dan randomisasi hanya terjadi dalam blok tersebut.

Incomplete block design, *incomplete block design* adalah *randomized complete block design* yang tidak dihadirkan seluruh perlakuan dalam setiap bloknya. Desain ini akan digunakan ketika adanya kekurangan perlengkapan atau fasilitas yang tidak memadai sehingga tidak bisa menjalankan seluruh perlakuan.

Responses surface design dan mixture design, desain ini memiliki tujuan untuk mendalami sebuah model regresi untuk mencari tahu hubungan fungsional antara variabel respon dan faktor-faktornya, dan juga menemukan kondisi yang optimal dari masing-masing faktor tersebut. Yang termasuk dalam klasifikasi ini

adalah *central composite design*, *rotatable design*, *simplex design*, *operation (EVOP) design*, dan *mixture design*.

2.8 Metode Taguchi

Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr. Genichi pada tahun 1949 yang merupakan metodologi baru untuk memperbaiki kualitas produk, dan juga untuk menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin.

Menurut Pranogyo (2020), keunggulan dari metode Taguchi adalah sebagai berikut: tingkat efisiensi rancangan percobaan lebih tinggi karena penelitian dapat dilakukan dengan banyak faktor dan level dan memperoleh suatu proses yang memiliki produk yang konsisten dan kokoh terhadap gangguan yaitu faktor yang tidak dapat dikontrol (faktor *noise*).

Taguchi memiliki filosofi yang ia yakini sendiri untuk pengendalian kualitas dalam industri manufaktur. Filosofi yang pertama adalah kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya, yang kedua adalah kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target. Produk harus didesain kokoh (*robust*) terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol, yang ketiga biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Dr. Taguchi merekomendasikan proses yang terdiri dari 3 tahap jika ingin mencapai kualitas produk yang diinginkan, 3 tahapan tersebut adalah perancangan sistem, perancangan parameter dan juga perancangan toleransi.

Perancangan sistem, pada tahapan ini semua konsep, ide, metode baru, dan lain sebagainya akan dikumpulkan untuk memberikan peningkatan produk.

Perancangan parameter, pada tahapan ini parameter-parameter produk akan diidentifikasi secara terinci. Dalam tahap ini simulasi dan pengalaman akan digunakan untuk memperoleh informasi statistika terkait parameter tersebut. Informasi yang dikumpulkan tersebut akan memperlihatkan bagaimana parameter-parameter tersebut memberikan dampak kerugian. Jadi, data pengalaman tersebut bisa digunakan untuk meminimalisir kerugian.

Perancangan toleransi, tahapan ini akan digunakan jika pengurangan variasi dari karakteristik fungsional yang dicapai dengan perancangan parameter tidak

mencukupi. Maka akan ditetapkan toleransi sempit untuk deviasi berkaitan dengan level yang ditentukan pada tahap perancangan parameter.

2.8.1 Tahapan dalam Desain Eksperimen Taguchi

Tahapan dalam desain eksperimen Taguchi dibagi menjadi tiga tahap utama yang mencakup semua pendekatan eksperimen. Ketiga tahapan tersebut sebagai ialah tahap perencanaan, pelaksanaan dan analisis (Pranogyo, 2020).

Kemudian ketiga tahapan tersebut dapat diuraikan lebih rinci lagi menjadi perumusan masalah, penentuan tujuan eksperimen, penentuan variabel tak bebas, identifikasi faktor-faktor, pemisahan faktor kontrol dan faktor gangguan, penentuan jumlah level dan nilai level faktor, perhitungan derajat kebebasan, pemilihan *orthogonal array*, penempatan kolom untuk faktor dalam interaksi ke dalam *orthogonal array*, pelaksanaan percobaan, tahap analisis, dan eksperimen konfirmasi.

Perumusan masalah, pada tahapan ini masalah atau fokus yang akan diselidiki dalam eksperimen akan dirumuskan/didefinisikan. Perumusan masalah tersebut haruslah spesifik dan memiliki batasan yang jelas, dan juga secara teknis dapat dituangkan pada eksperimen yang akan dilaksanakan.

Penentuan tujuan eksperimen, tujuan yang ditentukan dalam tahapan ini haruslah menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Penetapan tujuan eksperimen ini juga memiliki fungsi untuk membuat eksperimen tetap terarah.

Penentuan variabel tak bebas, variabel tak bebas adalah variabel yang tergantung pada variabel lainnya. Dalam merencanakan eksperimen, suatu keharusan untuk menentukan variabel tak bebas mana yang akan diselidiki.

Identifikasi faktor-faktor (variabel bebas), variabel bebas adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung variabel lain. Faktor-faktor inilah yang akan diselidiki pengaruhnya pada faktor tak bebas yang bersangkutan.

Pemisahan faktor kontrol dan faktor gangguan, Faktor-faktor yang akan diamati terbagi menjadi faktor kontrol dan gangguan. Kedua faktor ini akan mempengaruhi karakteristik proses atau produk. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat kita kendalikan, kemudian faktor gangguan adalah faktor yang nilainya tidak dapat kita atur.

Penentuan jumlah level dan nilai level faktor, penentuan jumlah level akan mempengaruhi ketelitian hasil eksperimen dan biaya pelaksanaan eksperimen. Makin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen akan lebih akurat tetapi juga akan meningkatkan jumlah pengamatan dan meningkatkan biaya eksperimen.

Perhitungan derajat kebebasan, perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Derjad kebebasan ini akan digunakan untuk memilih *orthogonal array*

Pemilihan *orthogonal array*, pemilihan *orthogonal array* tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dan nilai level dari tiap-tiap faktor. Hal tersebut akan mempengaruhi derajat kebebasan yang dipakai untuk memilih jenis *orthogonal array*.

Penempatan kolom untuk faktor dalam interaksi ke dalam *orthogonal array*. Untuk memudahkan di kolom mana saja diletakkan interaksi faktor pada setiap *orthogonal array*, Taguchi memilih grafik linier dan tabel triangula pasirr untuk masing-masing *orthogonal array*.

Pelaksanaan Percobaan, dalam melakukan eksperimen ini sejumlah percobaan disusun untuk meminimasi kesempatan terjadinya kesalahan dalam menyusun level yang tepat untuk percobaan.

Tahap analisis, pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yaitu meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam layout yang sesuai dengan desain yang sudah dipilih. Pehitungan dan pengujian data biasanya dilakukan dengan metode statistik seperti anova (*analysis of variance*)

Eksperimen Konfirmasi, eksperimen konfirmasi dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat dari eksperimen. Pemeriksaan ini akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari kedua eksperimen.

2.8.2 Analysis of Variance (ANOVA)

ANOVA pada metode Taguchi digunakan sebagai sebuah metode atau alat statistik dalam mengolah data-data hasil dari eksperimen. ANOVA akan mengukur varians dari data-data tersebut. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan bantuan

program komputer seperti SPSS dan minitab. ANOVA yang digunakan pada desain parameter berguna untuk mengidentifikasi kontribusi faktor, sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan (Soejanto, 2009).

Pada ANOVA terdapat beberapa kuantitas seperti *degree of freedom*, *sum of squares*, dan sebagainya yang disusun dalam format tabel standar.

Degree of Freedom (DOF) adalah pengukuran jumlah informasi yang didapatkan secara unik dari sebuah kelompok data yang diberikan. Perhitungan DOF untuk sebuah faktor adalah:

$$f_A = \text{jumlah level faktor A} - 1 \dots\dots\dots(2.2)$$

Konsep DOF juga bisa digunakan dalam eksperimen. Sebuah eksperimen dengan n percobaan dan r replikasi untuk setiap percobaan memiliki $n \times r$ total percobaan. Maka DOF-nya menjadi:

$$f_T = n \times r - 1 \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk DOF sebuah *sum of square* adalah sama dengan jumlah unsur-unsur yang digunakan untuk menghitung *sum of square* tersebut dan DOF untuk eror (f_e) adalah:

$$f_e = f_T - f_A - f_B - f_C \dots\dots\dots(2.4)$$

Sum of Squares (SS) akan menjelaskan perbedaan kuadrat dari setiap data dengan rata-rata keseluruhan. SS_T digunakan untuk mencari SS_E yang akan digunakan untuk mengetahui apakah data yang didapatkan memiliki rata-rata populasi yang sama.

SS_T dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn} \dots\dots\dots(2.5)$$

Sum of squares untuk faktor A dirumuskan sebagai berikut:

$$SS_A = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i...}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn} \dots\dots\dots(2.6)$$

Sum of squares error menunjukkan jumlah kuadrat dari kesalahan residual nilai observasi yang didapatkan, yaitu dirumuskan sebagai berikut:

$$SS_E = SST - S_{\text{subtotal (AB)}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Varians menunjukkan distribusi data terhadap rata-rata (*mean*) data tersebut. Karena data hanya mewakili sebagian dari semua kemungkinan data, DOF juga digunakan dalam perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Variance} = \frac{\text{Sum of Squares}}{\text{Degrees of Freedom}} \text{ atau } V = \frac{S_T}{f} \dots\dots\dots(2.8)$$

Mean Squares (MS) adalah hasil sum of squares berdasarkan degree of freedom nya masing-masing, dihitung dengan cara membagi sum of square dengan degree of freedom. MS untuk faktor A dirumuskan sebagai berikut:

$$MSA = \frac{SS_A}{f_A} \dots\dots\dots(2.9)$$

F-Test digunakan untuk menilai pengaruh perbedaan setiap faktor yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata, untuk melihat apakah ada perbedaan pada rata-rata populasi yang disebabkan oleh faktor-faktor tersebut. Pengujian dimulai dengan penetapan spekulasi dengan hipotesis nol (H_0) yaitu semua rata-rata populasi untuk semua faktor sama (tidak ada perbedaan) atau dengan kata lain tidak terdapat perbedaan pengaruh faktor, serta hipotesis lainnya (H_1) yaitu sekurang-kurangnya terdapat satu faktor yang berbeda. Jika hasil perhitungan F lebih besar sama dengan F tabel, maka hipotesis nol ditolak dan menerima hipotesis alternatifnya yang berarti bahwa terdapat perbedaan pengaruh faktor yang signifikan terhadap hasil. Berikut rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai F-Hitung:

$$JK(A) = \sum \frac{(\text{total taraf faktor A})^2}{rb} - \text{Faktor Koreksi} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$JK(B) = \sum \frac{(\text{total taraf faktor B})^2}{ra} - \text{Faktor Koreksi} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$JK(AB) = JKP - JK(A) - JK(B) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$KT(A) = JK(A) / (A-1) \dots\dots\dots(2.13)$$

$$KT(B) = JK(B) / (B-1) \dots\dots\dots(2.14)$$

$$KT(AB) = JK(AB) / (a-1)(b-1) \dots\dots\dots(2.15)$$

$$F_{hit.}(AB) = KT(AB) / KTG \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

JK (A) = Jumlah Kuadrat Faktor A

JK (B) = Jumlah Kuadrat Faktor B

JK (AB) = Jumlah Kuadrat Faktor A dan B

KT (A) = Kuadrat tengah Faktor A

KT (B) = Kuadrat Tengah Faktor B

KT (AB) = Kuadrat Tengah Faktor A dan B

KTG = Kuadrat Tengah Galat

2.8.3 S/N Rasio

Menurut Ross (2005) *S/N Ratio* adalah pengukuran yang dibuat oleh Taguchi guna mengukur variasi yang ada dalam suatu rancangan produk. Jenis formula dari *S/N Rasio* juga tergantung pada karakteristik hasil yang diinginkan.

Nominal is the best, masalah disini memiliki karakteristik kualitas yang ditetapkan pada satu nilai tertentu. Nilai targetnya adalah tidak nol dan tidak terbatas. Rumus *S/N Ratio* yang dapat digunakan yaitu:

$$\eta = 10 \log \left(\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right) \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

μ^2 = Kuadrat nilai rata-rata dari setiap kombinasi (eksperimen)

σ^2 = Varians setiap kombinasi (eksperimen)

Lower is better, pada jenis ini nilai hasil yang diinginkan adalah 0. Rumus *S/N Ratio* yang dapat digunakan, yaitu:

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n Y_i^2 \right) \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan:

n = Jumlah repetisi dari suatu kombinasi

Y_i = data respon kombinasi ke-i

Larger is better, tujuan dari karakteristik ini adalah nilai hasil yang semakin besar semakin baik. Rumus *S/N Ratio* yang dapat digunakan yaitu:

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{1}{Y_i^2} \right) \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan:

n = Jumlah repetisi dari suatu kombinasi

Y_i = data respon kombinasi ke-i

2.8.4 Othogonal Array

Menurut Soejanto (2009), *orthogonal array* adalah matriks yang terdiri dari beberapa baris dan kolom. Setiap kolom tersebut mewakili faktor atau kondisi tertentu yang dapat berubah pada setiap percobaannya, kemudian baris mewakili level dari faktor pada percobaan yang dilakukan. Matriks tersebut disebut *orthogonal* karena level-level dari faktor-faktor yang digunakan selalu berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lainnya. Jadi, matriks *orthogonal* adalah

matriks seimbang yang terdiri dari faktor dan level tidak baur dengan pengaruh faktor atau level lainnya (Soejanto, 2009).

Pemilihan *Orthogonal Array* yang akan dipakai berdasarkan jumlah level dan faktor yang akan diteliti dan juga interaksi dalam faktor, kemudian untuk pemilihan *orthogonal array* akan dipilih dengan menghitung derajat kebebasan percobaan yang akan disesuaikan dengan derajat kebebasan dari *Orthogonal Array*. Perhitungan derajat kebebasannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Derajat kebebasan faktor dan level} &= (\text{jumlah faktor}) \times (\text{jumlah level} - 1) \\ \text{Derajat kebebasan (contoh) } L_9(3^4) &= (\text{jumlah faktor}) \times (\text{jumlah level} - 1) \\ &= 4 \times (3-1) \\ &= 8 \end{aligned}$$

Ketentuan dalam memilih *orthogonal array* yang sesuai dengan eksperimen adalah derajat kebebasan milik *orthogonal array* harus lebih besar atau sama dengan derajat kebebasan dari faktor dan level dalam eksperimen.

2.9 Selang Kepercayaan

Perhitungan selang kepercayaan akan dilakukan terhadap kondisi optimal dan juga hasil dari eksperimen konfirmasi. Kedua hasil perhitungan selang kepercayaan ini akan dibandingkan pada akhir penelitian ini, perbandingan ini akan menjadi bukti bahwa hasil penelitian ini dapat diterima atau tidak. Berikut rumus rumus yang akan digunakan dalam proses perhitungan selang kepercayaan.

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung nilai $\mu_{prediksi}$ prediksi setelah dilakukan perhitungan ANOVA

$$\mu_{prediksi} = \bar{y} + (\bar{A}_i - \bar{y}) + (\bar{B}_i - \bar{y}) + (\bar{C}_i - \bar{y}) \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan:

A, B, C,n = Sesuai jumlah faktor yang digunakan dalam penelitian

i = Level optimal dari setiap faktor berdasarkan perhitungan ANOVA

A_i = Nilai rata-rata hasil dari level yang paling optimal dari faktor A

\bar{y} = Rata-rata hasil penelitian

Setelah menghitung $\mu_{prediksi}$ barulah akan dilakukan perhitungan selang kepercayaan yang akan diawali dengan perhitungan untuk mencari nilai n_{eff}

$$n_{eff} = \frac{\text{Jumlah Total Eskperimen}}{1 + \text{Jumlah DF dalam perkiraan rata-rata}} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$CI_{mean} = \pm \sqrt{F_{(\alpha, v1, v2)} \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan:

V1= DF rata-rata

V2= DF error

MS_e = MS error rata-rata yang didapatkan dalam perhitungan Anova

Berikut adalah rumus untuk menghitung nilai SNR_{prediksi} beserta rumus

CI_{SNR}

$$SNR_{prediksi} = \overline{SNR} + (\overline{A}_2 - \overline{SNR}) + (\overline{B}_3 - \overline{SNR}) + (\overline{C}_1 - \overline{SNR}) \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan:

A, B, C,n = Sesuai jumlah faktor yang digunakan dalam penelitian

i = Level terbaik dari setiap faktor berdasarkan perhitungan ANOVA

A_i = Nilai rata-rata SNR dari level yang paling dari faktor A

\overline{SNR} = Rata-rata SNR hasil penelitian

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{F_{(\alpha, v1, v2)} \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan:

V1= DF rata-rata

V2= DF error

MS_e = MS error SNR yang didapatkan dalam perhitungan Anova

Berikut adalah rumus untuk menghitung rata-rata dari hasil eksperimen konfirmasi

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \dots\dots\dots(2.25)$$

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang pertama ialah penelitian yang dilakukan oleh Ariesta (2010) dengan judul “Perancangan Eksperimen Taguchi dalam Menentukan Penyetelan yang Optimal pada Proses Pengemasan untuk Mengurangi Variasi Berat Isi Kemasan Gula Pasir dan *Creamer*”. Penelitian ini dilakukan pada PT. SMPI yang berlokasi di Pondok Bambu, Jakarta Timur. PT. SMPI merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengemasan. PT. SMPI memiliki proses produksi yang

dilakukan berdasarkan pesanan sehingga proses produksinya menjadi tidak rutin dan berubah-ubah sesuai pesanan. Akibat urutan produksi yang berubah-ubah ini, penyetelan ulang mesin-mesin untuk pengemasan maupun proses *printing* dan *slitting* sering terjadi, sehingga diperlukan adanya standar penyetelan optimal sebagai patokan setiap penyetelan ulang dilakukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung dan wawancara. Metode pengelolaan data dilakukan dengan metode taguchi.

Penelitian ini menggunakan 4 faktor yang masing-masing faktornya memiliki 3 level. Hasil penelitian ini adalah diketahuinya faktor yang berpengaruh signifikan terhadap rata-rata dan variabilitas berat isi gula pasir dalam kemasan adalah kelembaban partikel, jarak silinder dengan loyang, dan kecepatan mesin. Rancangan yang optimal untuk faktor-faktor tersebut adalah kelembaban artikel diset pada level 1 (0,09%), kemudian jarak silinder dengan loyang diset pada level 3 (10 mm), dan kecepatan mesin pada level 3 (114 *sachet* per menit).

Penelitian ini juga memberi hasil dengan diketahuinya faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata berat isi *creamer* adalah jarak silinder dengan loyang dan kecepatan mesin, sedangkan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabilitas berat isi *creamer* adalah jarak silinder dengan loyang. Rancangan yang optimal untuk faktor-faktor diatas adalah jarak silinder dengan loyang diset pada level 3 (10mm) dan kecepatan mesin diset pada level 1 (58 *sachet* per menit). Kemudian seteah dilakukannya eksperien konfirmasi, rancangan penyetelan yang optimal tersebut terbukti dapat meminimalkan deviasi berat isi gula pasir dan *creamer* dari nilai targetnya serta mengurangi variasi berat isi gila pasir dan *creamer* tersebut, ini semua dapat terlihat dari peningkatan berat isi gula pasir sampai dengan 7,92 gram dan berat isi *creamer* menjadi 2,89 gram juga dapat dilihat dari S/N Ratio proses pengemasan gula pasir meningkat menjadi 46,65 db dan S/N Rasio proses pengemasan *creamer* meningkat menjadi 44,91 db.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penelitian ini menggunakan metode Taguchi yang juga digunakan pada penelitian terdahulu. Namun, perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terdapat pada faktor yang digunakan. Penelitian ini menggunakan faktor lingkungan fisik yang terdiri

dari intensitas cahaya, intensitas, dan juga jenis lagu. Selain itu, penelitian terdahulu memiliki tujuan untuk meminimal variasi di produk perusahaan, sedangkan penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan variasi pada produktivitas karyawan pada proses *filleting*.

Penelitian yang kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Setiyanto (2011) dengan judul “Study Identifikasi Pengaruh Jenis Musik Terhadap Produktivitas Kerja”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen faktorial, kemudian eksperimen diselesaikan dengan uji anova untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh jenis-jenis musik, selanjutnya penggunaan uji LSD untuk mengetahui jenis musik apa yang memberikan pengaruh terbesar, kemudian ada juga indeks produktivitas untuk mengetahui seberapa besar pengaruh masing-masing jenis musik terhadap produktivitas kerja. Hasil dari penelitian ini adalah musik jazz, pop, dan instrumental memberikan peningkatan produktivitas masing-masing sebesar 13,03%, 33,82%, dan 10,45%.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penggunaan faktor jenis musik dalam eksperimen. Namun, terdapat juga perbedaan antar penelitian terdahulu dan penelitian ini dalam hal faktor yang digunakan, dimana dalam penelitian terdahulu hanya digunakan 1 faktor yaitu jenis musik, yang dimana penelitian ini akan menggunakan 3 faktor, perbedaan kedua adalah penelitian ini akan menggunakan metode taguchi yang memiliki perbedaan dengan metode yang digunakan dalam penelitian terdahulu yang kedua ini.

Penelitian yang ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Padmanaba (2006) dengan judul “Pengaruh Penerangan Dalam Ruang Terhadap Produktivitas Kerja Mahasiswa Desain Interior”. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen *treatment by subjects design* yang kemudian dianalisis menggunakan *paired-t test*. Hasil dari penelitian terdahulu yang ketiga ini adalah penambahan penerangan lokal menjadi 1416.35 lux pada meja gambar pada mahasiswa desain interior FSRD ISI Denpasar dapat menurunkan kerja sebesar 22% dan meningkatkan produktivitas sebesar 40%.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penggunaan faktor cahaya dalam eksperimen. Namun, terdapat juga perbedaan antar penelitian terdahulu dan penelitian ini dalam hal faktor yang digunakan, dimana dalam

penelitian terdahulu hanya digunakan 1 faktor yaitu cahaya, yang dimana penelitian ini akan menggunakan 3 faktor, perbedaan kedua adalah penelitian ini akan menggunakan metode taguchi yang memiliki perbedaan dengan metode yang digunakan dalam penelitian terdahulu yang ketiga ini.

Penelitian terdahulu yang keempat adalah penelitian yang dilakukan Yusuf (2013) dengan judul “Pengaruh Kebisingan Terhadap Waktu Penyelesaian Pekerjaan Operator”. Penelitian ini menggunakan uji F untuk menganalisis data yang sudah dikumpulkan. Kemudian kesimpulan dari penelitian ini adalah tingkat kebisingan yang semakin rendah menunjukkan waktu penyelesaian lebih bagus dibandingkan dengan tingkat kebisingan tinggi.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penggunaan faktor kebisingan dalam eksperimen. Namun, terdapat juga perbedaan antar penelitian terdahulu dan penelitian ini dalam hal faktor yang digunakan, dimana dalam penelitian terdahulu hanya digunakan 1 faktor yaitu kebisingan, yang dimana penelitian ini akan menggunakan 3 faktor.