

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Salah satu persyaratan akademik untuk mencapai gelar sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang adalah lulus ujian akhir skripsi dan ujian komprehensif. Sehubungan dengan hal tersebut, skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan akademik untuk mencapai gelar sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Skripsi ini berisi tentang perencanaan produksi menggunakan konsep distribusi probabilitas untuk mencapai target produksi. Suksesnya penulisan skripsi ini tentunya karena dukungan yang penulis dapatkan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan demi terselesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri.
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi Pertama yang telah dengan sabar membimbing, mendorong, dan memberikan motivasi untuk penulis.
3. Ibu Ratih Ardia Sari, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing Skripsi Kedua yang telah dengan sabar membimbing, mendorong, dan memberikan motivasi untuk penulis.
4. Bapak Abdul Aziz Adam Maulida, ST. selaku Direktur CV. Rimba Alam Jaya yang memberikan kesempatan pada penulis untuk melakukan penelitian.
5. Bapak Indra Permana, S.Pi., Ibu Heny Nur Rahmania, S.Psi., Ibu Solilah, dan Bapak Very selaku karyawan CV. RAJ yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
7. Keluarga penulis, Ayah, Mama, Inggit, Rara, dan Damang yang selalu menyemangati, memberikan doa, motivasi, dan hiburan selama proses penyelesaian penelitian ini.
8. Bramandito Moeliodihardjo yang tanpa henti memberikan dukungan, motivasi, nasehat yang begitu hebat, dan selalu ada ketika penulis menemui kesulitan dari dulu, sekarang, dan semoga hingga nanti selamanya.
9. Teman-teman Kwek Entertainment, Andra, Mela, Ela, Bindi, Koceng, Mimi, dan Kaji yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi, hiburan, bantuan, dan selalu

ada untuk penulis selama 7 tahun dan semoga tidak akan pernah berubah sampai tahun-tahun berikutnya.

10. Teman-teman Beswan Djarum Malang angkatan 30 dan Pak Yoppy atas dukungan, doa, motivasi, hiburan, persahabatan bersatu seikat, dan pengalaman yang sangat berharga yang tak akan pernah terlupakan.
11. Teman baik penulis, Maya Imaniar, Atika Nurilah Rawi, Acmad Syafi, Febrianto Danu Tirto, Dinar Putri, dan Tantri Dwi atas doa, dukungan, motivasi, nasehat, dan kebersamaan yang kita lalui selama 4 tahun. Semoga tidak akan berubah sampai tahun-tahun berikutnya dan tetap bisa meluangkan waktu apapun kesibukan kita nantinya.
12. Teman-teman Astrogip AIESEC UB, Ariz, Novita, dan Jibu yang selalu membagi informasi dari berbagai sudut pandang sehingga memperluas pengetahuan penulis, berbagi cerita tentang pengalaman, dan meluangkan waktu di antara kesibukan untuk tetap bisa bertemu dan saling menyemangati serta mendoakan satu sama lain.
13. Teman-teman JKRS yang selalu memberikan dukungan, semangat, doa, dan kenangan yang sangat menyenangkan dan tak terlupakan yang bisa diceritakan ketika tua nanti.
14. Teman-teman Jurusan Teknik Industri Angkatan 2012 atas dukungan, doa, dan motivasi yang diberikan.

Akhir kata, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis mohon maaf apabila menemukan kesalahan dalam skripsi ini. Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan wawasan dan pengetahuan bagi pembaca.

Malang, 9 Mei 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Perumusan Masalah.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Asumsi-asumsi .....	6
1.6 Tujuan Penelitian.....	7
1.7 Manfaat Penelitian.....	7

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Penelitian Terdahulu .....	9
2.2 Klasifikasi Cacing Tanah.....	10
2.3 Manfaat Cacing Tanah.....	11
2.4 Prospek Wirausaha Cacing Tanah.. ..	12
2.5 Fermentasi.....	13
2.6 Sistem Produksi.....	14
2.7 Perencanaan dan Pengendalian Produksi.. ..	15
2.7.1 Perencanaan Produksi.....	15
2.7.2 Pengendalian Produksi.. ..	16
2.7.3 Pengendalian Persediaan.. ..	16
2.8 Perencanaan Jangka Panjang.....	17

2.9	Perencanaan Jangka Menengah.....	18
2.10	Perencanaan Operasional.....	18
2.11	Metode Peramalan.....	19
2.12	Probabilitas.....	20
2.13	Distribusi Probabilitas.....	21
2.14	Uji Kolmogorov-Smirnov.....	23
2.15	Probability Density Function (pdf).....	23
2.16	Cumulative Density Function (pdf).....	24
2.17	Statistik Deskriptif.....	24
2.17.1	Distribusi Frekuensi.....	25
2.17.2	Distribusi Relatif.....	26
2.17.3	Distribusi Kumulatif.....	27
2.17.4	Ukuran Pemusatan dan Ukuran Variasi atau Dispersi.....	28
2.18	Distribusi Normal.....	29
2.19	Inverse Transform.....	31
2.20	Gantt Chart.....	32

**BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Jenis Penelitian.....	35
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
3.3	Langkah Penelitian.....	35
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	38

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

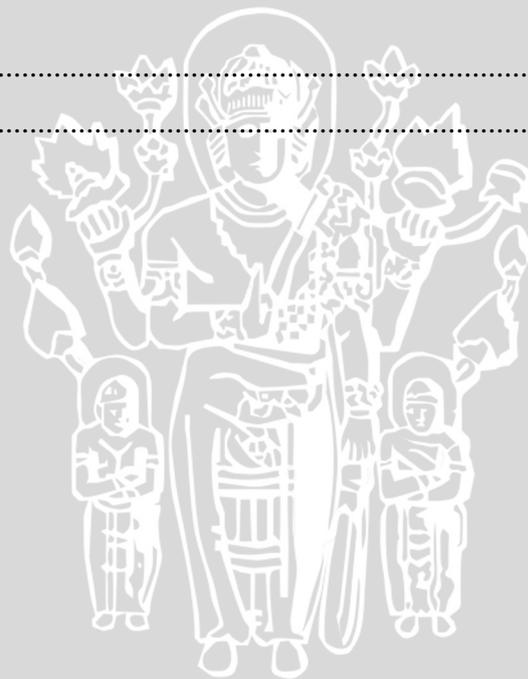
4.1	Pengumpulan Data.....	41
4.1.1	Gambaran Umum dan Sejarah CV. RAJ Organik.....	41
4.1.2	Struktur Organisasi CV. RAJ Organik.....	42
4.1.3	Produk dan Arah Bisnis CV. RAJ.....	43
4.1.4	Data Permintaan Jus Cacing.....	46
4.1.5	Target Produksi Jus Cacing.....	46
4.1.6	<i>Bill of Material Tree</i> .....	49
4.1.7	Proses Produksi Jus Cacing.....	49
4.1.8	Hari Kerja CV. Rumah Alam Jaya.....	52
4.1.9	Data Waktu Fermentasi.....	53



4.2 Pengolahan Data.....	54
4.2.1 Pendugaan Distribusi.....	54
4.2.2 Menguji Normalitas Data..	55
4.2.3 Memprediksi Waktu Fermentasi dari Masing-Masing Reaktor.....	56
4.2.4 Membuat Alternatif Jadwal Produksi Jus Cacing CV. RAJ.....	60
4.2.4.1 Jadwal Produksi Alternatif 1.....	63
4.2.4.2 Jadwal Produksi Alternatif 2.....	65
4.2.4.3 Jadwal Produksi Alternatif 3.....	67
4.2.4.4 Jadwal Produksi Alternatif 4.....	68
4.2.5 Biaya Penambahan Fasilitas Produksi.....	68
4.2.5 Biaya Penambahan Tenaga Kerja.....	69

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	74





Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR TABEL

### Halaman

### **BAB I PENDAHULUAN**

Tabel	1.1 Jumlah Produksi Jus Cacing bulan Oktober 2015-Maret 2016.....	3
-------	---	---

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Tabel	2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Terkini.....	10
Tabel	2.2 Jenis Distribusi .....	22
Tabel	2.3 Contoh Perhitungan Frekuensi Relatif .....	26
Tabel	2.4 Contoh Perhitungan Frekuensi Kelas .....	26
Tabel	2.5 Contoh Perhitungan Frekuensi Kumulatif.....	27

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel	4.1 Target Produksi Jus Cacing .....	46
Tabel	4.2 Jadwal Penyeteroran Cacing Segar di Jawa Timur .....	48
Tabel	4.3 Jadwal Pengiriman Jus Cacing .....	48
Tabel	4.4 Jumlah Fasilitas Produksi di CV. RAJ.....	51
Tabel	4.5 Data Waktu Proses Produksi Jus Cacing .....	52
Tabel	4.6 Data Waktu Fermentasi Jus Cacing .....	54
Tabel	4.7 Frekuensi Data Waktu Fermentasi.....	55
Tabel	4.8 Perbandingan Perhitungan Manual dengan <i>Excel</i> .....	57
Tabel	4.9 Rumus Perhitungan Prediksi Waktu Fermentasi .....	59
Tabel	4.10 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 1 .....	65
Tabel	4.11 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 2 .....	66
Tabel	4.12 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 3 .....	67
Tabel	4.13 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 4 .....	68
Tabel	4.14 Harga Reaktor dan Kompor .....	69
Tabel	4.15 Perbandingan Biaya Penambahan Fasilitas Produksi.....	69
Tabel	4.16 Kebutuhan Karyawan untuk Menyelesaikan Pekerjaannya .....	70
Tabel	4.17 Jumlah Karyawan di Bagian Pengejusan .....	70
Tabel	4.18 Biaya Tenaga Kerja Apabila Tenaga Kerja Tetap.....	71

Tabel 4.19 Biaya Tenaga Kerja Apabila Tenaga Kerja Kontrak ..... 71  
Tabel 4.20 Total Biaya Tiap Alternatif..... 72



## DAFTAR GAMBAR

**Halaman**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Gambar 1.1	Proses Produksi Jus Cacing .....	2
Gambar 1.2	Jus Cacing yang Dikemas dalam Botol Satu Liter.....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Gambar 2.1	Media Perkembangbiakan Cacing Tanah.....	11
Gambar 2.2	Histogram Distribusi Relatif Berat Mesin Fotokopi.....	27
Gambar 2.3	Histogram dan <i>Ogive</i> Distribusi Kumulatif Berat Mesin Fotokopi...	28
Gambar 2.4	Fungsi Kepadatan Distribusi Normal.....	29
Gambar 2.5	Kurva Distribusi Normal.....	29
Gambar 2.6	Keruncingan Kurva.....	30
Gambar 2.7	Kemencengan Kurva.....	30
Gambar 2.8	Fungsi Kepadatan Distribusi Normal Standar .....	30
Gambar 2.9	Rumus Nilai Z.....	30
Gambar 2.10	Metode <i>Inverse-Transform</i> untuk Variabel Random Kontinyu .....	31
Gambar 2.11	Contoh <i>Gantt Chart</i> .....	33

### **BAB III METODE PENELITIAN**

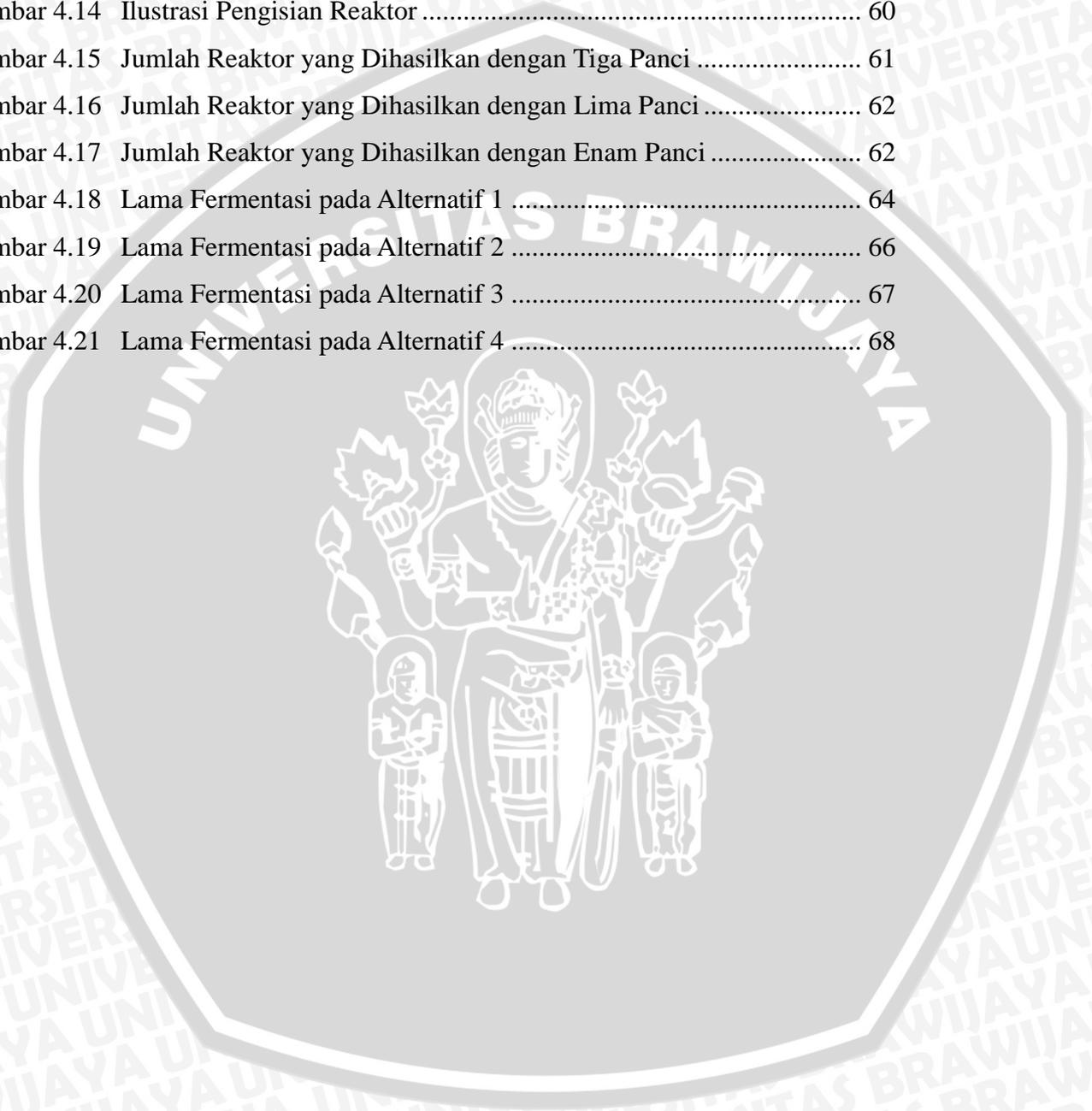
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	38
------------	-------------------------------	----

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Gambar 4.1	Struktur Organisasi CV. Rumah Alam Jaya Organik.....	42
Gambar 4.2	Jus Cacing dan Kapsul Cacing.....	44
Gambar 4.3	Jeriken 35 liter, 25 liter, dan 50 liter .....	44
Gambar 4.4	BOM Tree Jus Cacing.....	49
Gambar 4.5	Proses Produksi Jus Cacing CV. RAJ .....	49
Gambar 4.6	Reaktor yang Sudah Dipasang Selang dan Botol Berisi Air.....	51
Gambar 4.7	Ilustrasi Jumlah Siklus Perebusan Cacing Berdasarkan Jam Kerja...	52
Gambar 4.8	Kalender Produksi Jus Cacing CV. RAJ .....	53



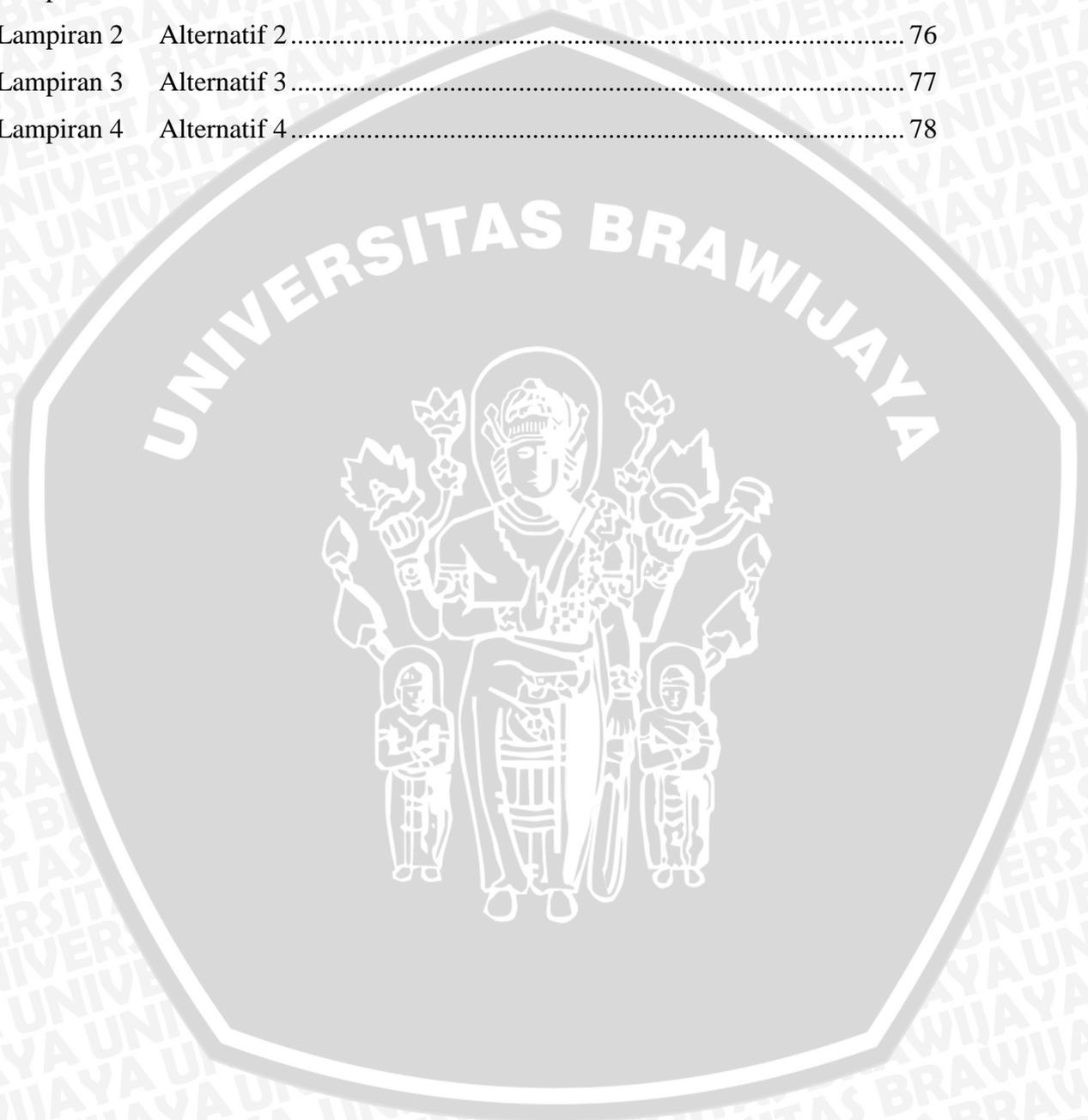
Gambar 4.9	Histogram Data Waktu Fermentasi.....	55
Gambar 4.10	Hasil Uji Normalitas.....	56
Gambar 4.11	Histogram Data Waktu Fermentasi Menggunakan <i>Minitab</i> .....	56
Gambar 4.12	Cara Membaca Hasil Perhitungan $n$ .....	58
Gambar 4.13	Grafik <i>Error</i> dari Waktu Fermentasi Perkiraan.....	60
Gambar 4.14	Ilustrasi Pengisian Reaktor.....	60
Gambar 4.15	Jumlah Reaktor yang Dihasilkan dengan Tiga Panci.....	61
Gambar 4.16	Jumlah Reaktor yang Dihasilkan dengan Lima Panci.....	62
Gambar 4.17	Jumlah Reaktor yang Dihasilkan dengan Enam Panci.....	62
Gambar 4.18	Lama Fermentasi pada Alternatif 1.....	64
Gambar 4.19	Lama Fermentasi pada Alternatif 2.....	66
Gambar 4.20	Lama Fermentasi pada Alternatif 3.....	67
Gambar 4.21	Lama Fermentasi pada Alternatif 4.....	68



## DAFTAR LAMPIRAN

### Halaman

Lampiran 1	Alternatif 1 .....	75
Lampiran 2	Alternatif 2 .....	76
Lampiran 3	Alternatif 3 .....	77
Lampiran 4	Alternatif 4 .....	78





Halaman ini sengaja dikosongkan



## RINGKASAN

**INTAN MEISARI**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 2016, *Perencanaan Produksi Jus Cacing Berkendala Pada Proses Fermentasi Dengan Waktu Probabilistik*, Dosen Pembimbing: Arif Rahman dan Ratih Ardia Sari.

Sentra budidaya cacing tanah CV. Rimba Alam Jaya (CV. RAJ) yang terletak di Sukun, Malang menghasilkan dua produk utama yaitu cacing segar dan kascing (bekas cacing). CV. RAJ memiliki produk baru yaitu jus cacing yang merupakan produk yang pertama kali ada di Indonesia. Jus cacing memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan cacing segar sehingga permintaan jus cacing terus meningkat dan membuat CV. RAJ mengubah arah bisnisnya dari budidaya cacing tanah menjadi industri jus cacing pertama di Indonesia. Nantinya setiap cacing yang siap dipanen akan langsung dijus dan tidak akan ada lagi persediaan cacing dalam bentuk cacing segar. Pada akhir tahun 2016, tepatnya pada bulan September, Oktober, dan November 2016, CV. RAJ akan memproduksi 13.240 liter jus cacing selama bulan tersebut yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan dan mempromosikan produk tersebut di area Jawa Timur. Target produksi tersebut merupakan empat kali lipat dari jumlah yang mampu diproduksi saat ini yaitu 3375 liter jus setiap bulan. Proses produksi jus cacing membutuhkan waktu lama yaitu sekitar satu bulan dan salah satu prosesnya bersifat probabilistik yang terjadi pada proses fermentasi.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan perencanaan produksi menggunakan konsep probabilitas dan pengendalian produksi menggunakan *gantt chart* untuk meninjau apakah fasilitas produksi yang ada saat ini dapat digunakan untuk mencapai target produksi atau tidak. Penelitian ini dimulai dengan menggambarkan proses produksi jus cacing dan menjelaskan dimana letak probabilistik dari proses tersebut. Selanjutnya melakukan pengumpulan dan pengujian data dengan melakukan pendugaan distribusi pada data lama waktu fermentasi jus cacing. Kemudian menghitung probabilitas terjadinya waktu fermentasi dengan menghitung luas kurva distribusinya dan mengubah nilai probabilitas ke dalam angka numerik berdasarkan konsep distribusi relatif. Setelah itu membuat alternatif jadwal produksi menggunakan *gantt chart* dengan lama waktu fermentasi prediksi. Terdapat empat jadwal produksi yang dibuat, yaitu jadwal produksi dengan kapasitas yang ada (alternatif 1), jadwal produksi dengan jumlah produksi konstan setiap hari (alternatif 2), jadwal produksi dengan jumlah produksi konstan setiap dua hari sekali (alternatif 3), dan jadwal produksi dengan jumlah produksi konstan setiap tiga hari sekali (alternatif 4).

Berdasarkan alternatif jadwal produksi pertama, kapasitas yang ada saat ini tidak mampu mencapai target produksi, sedangkan alternatif kedua, ketiga, dan keempat dapat mencapai target produksi. Dari ketiga alternatif tersebut yang membutuhkan biaya terendah adalah alternatif kedua dengan biaya Rp 30.360.000 dengan menambahkan 64 reaktor tanpa penambahan kompor. Alternatif ketiga membutuhkan biaya sebesar Rp 38.310.000 dengan menambahkan 62 reaktor dan 2 kompor. Alternatif keempat membutuhkan biaya sebesar Rp 36.340.000 dengan menambahkan 58 reaktor dan 3 kompor. Oleh sebab itu, alternatif jadwal produksi terbaik adalah alternatif 2.

**Kata Kunci:** Probabilitas, Distribusi, Waktu Fermentasi, Perencanaan Produksi

## SUMMARY

**INTAN MEISARI**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, 2016, *Production Planning of Worm Juice Constrained by Fermentation Process with Probabilistic Time*, Supervisors: Arif Rahman and Ratih Ardia Sari.

Earthworm cultivation center, CV. Rimba Alam Jaya (CV. RAJ) which located in Sukun, Malang produces two main products, fresh worms and vermicompost. CV. RAJ has a new product that is worm juice which is the first product in Indonesia. Worm juice has many advantages compared with fresh worms that makes worm juice demand continues to increase and make CV. RAJ change its business direction from earthworms cultivation become the first worm juice industry in Indonesia. Later, each worm which is ready to be harvested will be directly processed to be juice and there will be no inventory in form of fresh worms. At the end of 2016, precisely in September, October, and November 2016, CV. RAJ will produce 13.240 liters of worm juice during those months to fulfill the demand and doing promotion in the area of East Java. The target of production is four times from the amount that can be produced now, that is 3375 liters of juice each month. Worm juice production process takes a long time which is about one month and one of its process is a probabilistic process that occurs in the fermentation process.

This study was conducted by doing a production planning using the concept of probability and production control using *gantt chart* to review whether the existing production facilities could be used to achieve the production target or not. This study was begun by describing the worm juice production process and explained where the probabilistic process was. Furthermore, collected the fermentation time data and estimated its distribution. Then calculated the probability of the occurrence of fermentation time by calculating the area of the distribution curve and changed the probability value into a numeric figure based on the concept of relative distribution. Afterwards, alternative production schedule was made in *gantt chart* using fermentation time predictions. There were four improvements of production schedule, namely production schedule with existing capacity (alternative 1), production schedule with a number of constant production every day (alternative 2), production schedule with a number of constant production every two days (alternative 3), and production schedule with a number of constant production every three days (alternative 4).

Based on the first alternative production schedule, the existing capacity was not able to achieve the target of the production, while the second, third, and fourth alternative could achieve the target. Those three alternatives that require the lowest cost was the second alternative at a cost of Rp 30.360.000 by adding 64 reactors without the addition of a stove. The third alternative cost of Rp 38.310.000 by adding 62 reactors and two stoves. The fourth alternative requires Rp 36.340.000 by adding 58 reactors and 3 stoves. Therefore, the best alternative was the alternative production schedule 2.

**Keywords:** Probability, Distribution, Fermentation Time, Production Planning

## BAB I PENDAHULUAN

Dasar sebuah penelitian merupakan hal yang sangat penting karena menentukan mengapa penelitian harus dilakukan. Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan peneltitan, manfaat, batasan, identifikasi masalah, dan batasan masalah.

### 1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 2011, UMKM di Jawa Timur berkontribusi pada perkembangan ekonomi Jawa Timur sebanyak 7,12% di atas pertumbuhan rata-rata nasional ([bappeda.jatimprov.go.id](http://bappeda.jatimprov.go.id)). Di Kota Malang, UMKM di bidang pertanian dan peternakan mulai menjadi salah satu peluang bagi para wirausahawan, salah satunya adalah usaha di bidang peternakan khususnya budidaya cacing tanah yang diperlukan sebagai bahan campuran pakan ternak, suplemen pembibitan udang, kosmetik, pupuk, maupun obat berupa kapsul cacing. Semakin ketatnya persaingan di era saat ini, UMKM harus selalu meningkatkan kualitasnya agar terus berkembang ke tingkat yang lebih tinggi. Salah satu cara yang dapat dilakukan agar UMKM dapat berkembang ke tingkat yang lebih tinggi yaitu dengan melakukan inovasi produk.

CV Rumah Alam Jaya atau CV. RAJ merupakan UMKM yang sedang berkembang dan bergerak di bidang budidaya cacing tanah *Lumbricus rubellus*. CV. RAJ berdiri sejak tahun 2010 dan merupakan sentra budidaya cacing tanah terbesar di Indonesia dengan kapasitas 16 ton cacing per bulan. Cacing tersebut dikirimkan langsung ke *customer*, seperti petambak udang, peternak ikan, ayam, bebek, sapi, atau perusahaan kapsul cacing dan kosmetik. Pada akhir tahun 2015, CV. RAJ membuat inovasi baru berupa produk jus cacing yang baru pertama ada di Indonesia. Ide tersebut muncul karena permasalahan stok cacing di dalam tanah yang tidak dapat dikendalikan dan diprediksi jumlahnya.

Beberapa keunggulan dari jus cacing yaitu memiliki masa kadaluarsa yang lama (satu tahun) dan dapat dikirim dalam jarak yang jauh misalnya ke luar provinsi, luar pulau, bahkan ke luar negeri. Keunggulan lainnya yaitu penggunaan yang praktis karena sudah berbentuk cairan dan memiliki kandungan protein tinggi sehingga dapat mempercepat pertumbuhan hewan ternak agar dapat dipanen lebih cepat. Di sisi lain, produk ini juga memiliki kekurangan, yaitu proses produksi yang lama (sekitar satu bulan) dan terdapat

proses yang probabilistik di dalam salah satu proses produksinya. Gambaran singkat proses produksi ditunjukkan pada gambar 1.1



Gambar 1.1 Proses Produksi Jus Cacing

Pada gambar 1.1, proses yang bersifat probabilistik dalam pembuatan jus cacing ada pada proses fermentasi (tahap 5). Fermentasi dilakukan dengan menambahkan mikroba pada cacing yang sudah direbus dan didinginkan selama satu malam. Fermentasi dilakukan di dalam tong plastik berwarna biru yang biasa disebut reaktor oleh operator CV. RAJ. Reaktor dipasang selang yang berfungsi untuk mengeluarkan karbondioksida sehingga menyebabkan air di dalam botol kuning bergelembung. Fermentasi dikatakan telah selesai apabila air di dalam botol kuning tidak bergelembung lagi. Berhentinya gelembung di dalam botol kuning membutuhkan waktu 2-4 minggu yang artinya setiap reaktor mengalami waktu fermentasi yang berbeda. Ada reaktor yang selesai difermentasi dalam 20 hari, 24 hari, 26 hari, atau 27 hari, tergantung kadar karbondioksida yang ada di dalam masing-masing reaktor. Perbedaan selesainya waktu fermentasi ini disebabkan karena, ketika penambahan mikroba sebagai syarat untuk fermentasi, kondisi rebusan cacing berada pada suhu yang berbeda.

Jus cacing yang ditambahkan mikroba pada kondisi rebusan yang agak panas membutuhkan waktu fermentasi yang lebih lama. Sebaliknya, jus yang ditambahkan mikroba pada kondisi rebusan yang agak dingin, waktu fermentasinya akan lebih cepat. Mikroba tidak boleh ditambahkan pada rebusan yang kondisinya sangat panas karena dapat

menyebabkan ledakan. Rebusan juga tidak boleh didiamkan lebih dari satu hari karena dapat menyebabkan kebusukan, sehingga biasanya rebusan didinginkan hanya semalam saja.

Jus cacing mulai diproduksi pada Oktober 2015 dengan jumlah 3375 liter atau sebanyak 27 reaktor dan diperkenalkan ke masyarakat pada bulan November 2015. Produk ini terus mengalami peningkatan permintaan sehingga membuat CV. RAJ berpikir ulang apakah akan fokus ke budidaya cacing tanah atau ke produksi jus cacing. Setelah dilakukan berbagai macam pertimbangan, akhirnya CV. RAJ memutuskan untuk mengubah arah bisnisnya dari yang awalnya budidaya cacing tanah dan menghasilkan produk utama berupa cacing, akan beralih menjadi industri jus cacing yang pertama ada di Indonesia. Nantinya, setiap cacing yang disetor oleh anggota, dan cacing yang sudah siap dipanen akan langsung dijus untuk mengurangi risiko kematian cacing di dalam tanah. Selain itu, dengan langsung mengejus cacing, jumlah jus cacing yang tersedia dapat diketahui secara pasti sehingga lebih mudah dan cepat dalam melakukan kesepakatan jual beli. Tabel 1.1 menunjukkan kegiatan dan jumlah produksi jus cacing di CV. RAJ mulai Oktober 2015-Maret 2016 yang memuat informasi tentang jumlah permintaan jus cacing dan jumlah yang dapat terpenuhi maupun yang tertolak.

Tabel 1.1 Jumlah Produksi Jus Cacing bulan Oktober 2015-Maret 2016

Bulan	Kegiatan	Produksi (liter)	Terjual (liter)	Tidak terpenuhi (liter)
Oktober 2015	Produksi	1250		
November 2015	Penjualan		1240	
	Produksi	3375		
Desember 2015	Penjualan		3140	
	Penjualan		240	
Januari 2016	Penolakan permintaan			3500
	Mencari investor			
Februari 2016	Produksi	3375		
	Penolakan permintaan			4500
	Penjualan		240	
Maret 2016	Penjualan		1740	
	Penolakan permintaan			150 ton

Pada tabel 1.1, dapat dilihat bahwa terdapat respon yang bagus terhadap produk yang baru pertama ada di Indonesia ini karena permintaan selalu meningkat. Namun, CV. RAJ seringkali menolak permintaan karena terbatasnya produk yang sudah *ready* dan belum mampu memproduksi dengan jumlah sebanyak itu.



Gambar 1.2 Jus Cacing yang Dikemas dalam Botol Satu Liter

Berdasarkan hasil wawancara dengan operator pengejusan, sangat disayangkan apabila permintaan yang tinggi tidak diimbangi dengan tersedianya produk dalam jumlah yang memadai karena keterbatasan kapasitas produksi yang hanya mampu memproduksi 3375 liter jus cacing per bulan atau sebanyak 27 reaktor. Padahal, apabila produk sudah jadi, produk tersebut masih dapat disimpan dalam waktu yang lama sehingga CV. RAJ tidak akan melewatkan kesempatan pembelian jus secara tiba-tiba dengan jumlah yang banyak, sebagai contoh pada permintaan bulan Maret 2016 pada tabel 1.1, terdapat permintaan jus cacing sebanyak 150 ton dari peternak ikan sidat di Sumatra. Meskipun frekuensi pembelian jus dengan jumlah 150 ton tidak terjadi setiap bulan, namun kesempatan itu akan menjadi peluang besar bagi CV. RAJ untuk membesarkan nama perusahaan dan produk andalannya tersebut diluar pulau Jawa.

Ada pun tujuan jangka menengah CV. RAJ untuk tahun 2017-2020, yaitu produk jus cacing sudah dikenal se-Jawa Timur. Kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut mulai dilaksanakan pada bulan November 2015 dengan mengenalkan jus cacing pada anggota dan target pasarnya, seperti petambak udang, peternak sapi, peternak bebek, dan peternak ikan sidat. Pengenalan produk tersebut memunculkan ketertarikan dari beberapa pihak yang ditunjukkan dengan langsung memesan jus cacing atau hanya tertarik tetapi belum ingin membeli. CV. RAJ pun memutuskan untuk melakukan promosi yang lebih nyata selama tiga bulan pada bulan September, Oktober, dan November 2016 dengan menjual jus cacing dengan harga diskon atau memberikannya secara gratis kepada pihak-pihak tertentu sehingga ditetapkan target produksi selama tiga bulan tersebut sebanyak 13.240 liter setiap bulan.

Jumlah tersebut tidak sebanding dengan kapasitas produksi saat ini, yaitu 3375 liter per bulan, bahkan target yang akan diproduksi empat kali lipat lebih banyak dari jumlah

yang diproduksi saat ini. Terlebih lagi, proses produksi yang lama dan salah satu prosesnya yang bersifat probabilistik merupakan hal yang perlu diperhatikan agar jumlah produksi sesuai dan dapat dikirimkan ke *customer* tepat waktu. Maka dari itu, perencanaan produksi sangatlah penting untuk dilakukan agar CV. RAJ dapat mengetahui apakah kapasitas produksi yang dimiliki saat ini cukup untuk mencapai target produksi atau tidak sehingga produk dapat dikirimkan dengan jumlah dan waktu yang tepat sesuai pesanan.

Akibat yang akan terjadi apabila tidak dilakukannya perencanaan produksi adalah ketidaksesuaian jumlah produksi yang dihasilkan, misalnya jumlah yang kurang atau sangat berlebihan. Jumlah produksi yang kurang akan berdampak pada kekecewaan pelanggan karena permintaan yang sudah dijanjikan akan dipenuhi, ternyata tidak terpenuhi. Apabila hal ini terjadi, terpaksa pelanggan harus menunggu produk tersebut satu bulan lagi dan hal itu akan menimbulkan kekecewaan yang lebih besar yang mungkin akan berakibat pada pembatalan pesanan. Jika jumlah yang diproduksi sangat berlebihan, hal itu akan merugikan pihak CV. RAJ karena telah mengeluarkan biaya yang tinggi untuk produksi. Meskipun jus cacing dapat disimpan dalam waktu yang lama, namun tetap saja akan ada risiko produk tidak terjual dalam waktu satu tahun.

Proses produksi jus cacing yang lama dan bersifat probabilistik membutuhkan perencanaan yang lebih matang untuk menghindari keterlambatan pengiriman produk ke *customer*. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan perencanaan produksi menggunakan konsep probabilitas dan pengendalian produksi menggunakan *ganttt chart* untuk meninjau apakah fasilitas produksi yang ada saat ini dapat digunakan untuk mencapai target produksi atau tidak. Apabila fasilitas yang ada sudah dapat digunakan untuk mencapai target produksi, maka akan dilihat seberapa besar utilitasnya dan berapa jumlah maksimal jus yang dapat diproduksi dengan fasilitas produksi yang ada saat ini. Apabila fasilitas yang ada saat ini tidak dapat digunakan untuk mencapai target produksi, maka akan dicari alternatif lain seperti penambahan reaktor atau penambahan kompor sampai jumlah yang ditargetkan terpenuhi. Hasil dari penelitian ini berupa jumlah fasilitas produksi yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi dan jadwal produksi dalam bentuk *ganttt chart*.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada pada CV. RAJ, antara lain:

1. CV. RAJ menerima permintaan jus cacing dalam jumlah yang banyak untuk bulan September-November 2016 yaitu sebesar 13.240 liter untuk masing-masing bulan.

2. Kapasitas produksi yang ada di CV. RAJ hanya mampu memproduksi sebanyak 3375 liter setiap bulan.
3. Jus cacing membutuhkan waktu satu bulan untuk diproduksi dan salah satu proses produksinya bersifat probabilistik sehingga menyebabkan jus cacing selesai diproduksi dalam waktu yang berbeda-beda dalam satu gelombang produksinya.
4. CV. RAJ belum melakukan perencanaan produksi dengan jumlah produksi empat kali lipat lebih banyak dari jumlah yang diproduksi saat ini.

### 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah kapasitas produksi yang ada di CV. RAJ saat ini mencukupi untuk mencapai target produksi sebanyak 13.240 liter per bulan?
2. Jadwal produksi seperti apa yang dapat diaplikasikan di CV. RAJ untuk mencapai target produksi jus cacing?
3. Berapa jumlah fasilitas produksi yang dibutuhkan oleh CV. RAJ untuk mencapai target produksi?

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk memperoleh analisis yang baik maka pembahasan yang akan dianalisis hanya terbatas pada masalah sebagai berikut:

1. Kriteria keberhasilan yang dikaji adalah pencapaian target produksi dengan biaya terendah.
2. Penelitian ini hanya membahas proses produksi di departemen pengejusan.

### 1.5 Asumsi-Asumsi

Adapun asumsi yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Sistem produksi berjalan normal dan pasokan bahan baku yang dibutuhkan selalu tersedia.
2. Peralatan yang digunakan dalam proses produksi tersedia dalam keadaan baik.
3. Operator terlatih dan bekerja dalam kondisi normal.

### 1.6 Tujuan Penelitian

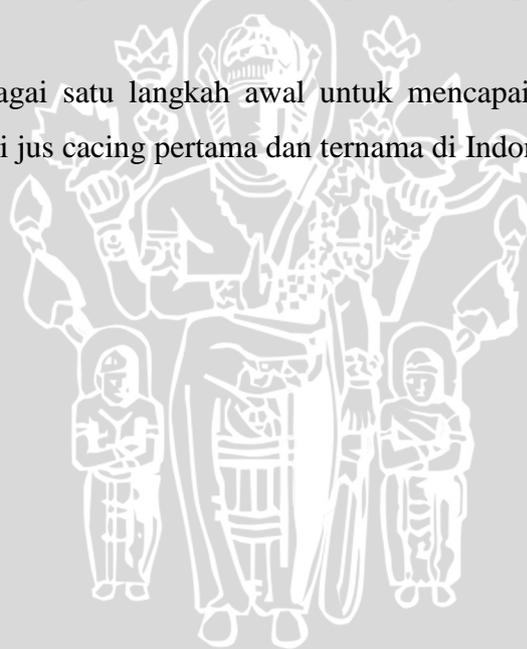
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kapasitas yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi.
2. Membuat jadwal perebusan cacing untuk memenuhi target produksi dengan memperhatikan waktu fermentasi.
3. Mengetahui perbandingan biaya dari beberapa alternatif jadwal produksi yang dihasilkan.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memperoleh kepercayaan pelanggan dengan tersedianya produk yang diminta sesuai dengan kesepakatan.
2. Dapat membesarkan nama perusahaan dan mengembangkan pasar di area luar Jawa Timur.
3. Dapat dijadikan sebagai satu langkah awal untuk mencapai cita-cita perusahaan yaitu menjadi industri jus cacing pertama dan ternama di Indonesia.



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah penelitian memerlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan. Bab ini menjelaskan beberapa dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu mengemukakan beberapa konsep relevan dan berhubungan dengan penelitian ini.

1. Santoso (2012) melakukan penelitian yang berjudul “Perencanaan Kapasitas Waktu Produksi dengan Menggunakan Metode *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) pada Produk Bale Cover.” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu produksi yang tersedia untuk mencukupi waktu produksi yang diperlukan. Permasalahan yang melatarbelakangi penelitian ini yaitu sering terjadi keterlambatan dalam penyelesaian pemesanan terutama produk Bale Cover sehingga dilakukan penelitian dengan perencanaan kapasitas produksi menggunakan RCCP berdasarkan *Bill of Labor* (BOL).
2. Ishak, Sinulingga, dan Sirait (2013) melakukan penelitian yang berjudul “Perencanaan Kebutuhan Kapasitas (*Rough Cut Capacity Planning*) Industri Pengolahan Peralatan Rumah Tangga di PT. X.” Penelitian ini dilakukan karena jumlah produksi yang tidak tercapai sebesar 10% dari yang telah direncanakan sehingga diperlukan perencanaan ulang mengenai produksi dan kapasitas menggunakan peramalan dan metode RCCP kemudian memberikan usulan alternatif rencana produksi dan kapasitasnya.
3. Rasbina, Sinulingga, dan Siregar (2013) melakukan penelitian yang berjudul “Perencanaan Jadwal Induk Produksi pada PT. XYZ.” Peneliti melakukan perencanaan produksi untuk produk MTO yang mengalami keterlambatan penyelesaian order dari waktu yang ditetapkan. Hal itu terjadi karena, ketika ada pesanan, pesanan tersebut langsung dikerjakan tanpa mempertimbangkan kapastias produksi dan tenaga kerja sehingga sering terjadi keterlambatan dan biaya yang berlebihan. Maka dari itu diperlukan sebuah jadwal yang nanti diuji kelayakannya menggunakan RCCP.

4. Penelitian kali ini, peneliti melakukan perencanaan produksi untuk produk yang memiliki waktu produksi probabilistik. Perencanaan produksi dilakukan dengan menggunakan konsep distribusi probabilitas dan pengendalian produksi dilakukan dengan menggunakan *ganttt chart*. Peneliti akan membuat beberapa alternatif jadwal produksi apabila fasilitas produksi yang ada saat ini tidak mencukupi untuk mencapai target produksi. Perbandingan obyek penelitian, metode yang digunakan dan perhitungan yang dilakukan dalam beberapa penelitian disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Terkini

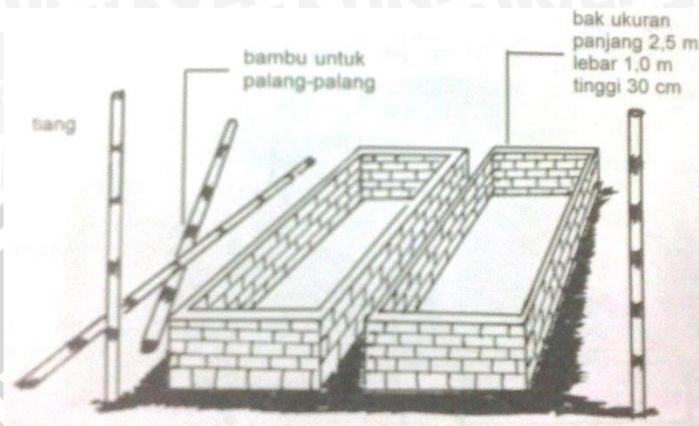
No	Peneliti	Obyek Penelitian	Metode	Hasil
1	Santoso, Budi (2012)	Produk Bale Cover yang mengalami keterlambatan penyelesaian pemesanan	Metode RCPP berdasarkan <i>Bill of Labor</i> (BOL)	Dari empat mesin untuk memproduksi Bale Cover, satu mesin tidak memenuhi kapasitas dan tiga mesin memenuhi kapasitas sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang.
2	Ishak, dkk (2013)	Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Kebutuhan Pekerja dengan Kendala Penyisipan <i>Job</i> pada <i>On Going Schedule</i>	Metode <i>Rough Cut Capacity Planning</i> (RCPP)	Terdapat kekurangan jam kerja pada pembuatan produk WC II, WC III, dan WC V sehingga dilakukan perencanaan ulang.
3	Siregar, dkk (2013)	Produk transformator yang sering mengalami keterlambatan penyelesaian .	Metode <i>Rough Cut Capacity Planning</i> (RCPP) dan MPS	Berdasarkan MPS menunjukkan semua produk dapat diselesaikan
4	Penelitian Ini	Perencanaan produksi jus cacing untuk mencapai target produksi dengan waktu fermentasi yang probabilistic	Perencanaan produksi menggunakan konsep distribusi probabilitas dan pengendalian produksi menggunakan <i>ganttt chart</i>	Alternatif jadwal produksi yang dapat mencapai target produksi dengan biaya terendah.

## 2.2 Klasifikasi Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan hewan tingkat rendah yang tidak memiliki tulang belakang (*avertebrata*) dan bertubuh lunak (Amri, 2009:1). Hewan ini digolongkan ke dalam filum *Annelida* karena seluruh tubuhnya tersusun atas beberapa segmen (ruas) yang berbentuk seperti cincin. Di Indonesia, terdapat beberapa jenis cacing tanah yang potensial dibudidayakan, yaitu *Lumbricus rubellus* atau biasa disebut cacing eropa, cacing kalung, cacing merah, cacing koot, cacing sondari, dan cacing cuk.

Sebanyak 85% tubuh dari berat tubuh cacing tanah berupa air. Untuk itu, menjaga media pemeliharaan agar tetap lembab menjadi hal yang mutlak (Amri, 2009:8).

Kekeringan yang berkepanjangan akan memaksa cacing tanah bermigrasi ke media yang lebih cocok. Selain tempat yang lembab, beberapa hal yang memengaruhi kehidupan cacing tanah menurut Amri (2009:8) adalah pH tanah, temperatur atau suhu, aerasi, ketersediaan oksigen, bahan organik, jenis tanah, dan suplai makanan. Gambar 2.1 merupakan media yang digunakan untuk perkembangbiakan cacing.



Gambar 2.1 Media Perkembangbiakan Cacing Tanah

### 2.3 Manfaat Cacing Tanah

Pada umumnya, ada tiga produk dari wirausaha cacing tanah, yaitu cacing, kascing (bekas cacing/kotoran cacing), dan tepung cacing. Protein cacing tanah merupakan sumber protein hewani (72%-84,5%). Kualitas cacing tanah lebih tinggi dibandingkan dengan protein daging dan ikan, sehingga sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak dan ikan (Rukmana, 1999:31). Cacing tanah juga amat potensial untuk menghancurkan bahan organik, termasuk sampah-sampah, sehingga selain berguna untuk menyuburkan tanah, juga menghasilkan kascing yang dapat digunakan sebagai pupuk organik. Menurut Rukmana (1999:31), pupuk kascing dapat dimanfaatkan untuk aneka usaha pertanian seperti sayuran, buah-buahan, tanaman hias, serta lapangan golf.

Manfaat lain cacing tanah menurut Amri (2009:11) adalah:

1. Bahan obat tradisional yang bermanfaat sebagai penghilang demam (antipiretik), obat diare dan pelancar aliran darah, obat stroke dan hipertensi, dan bahan kosmetik modern.
2. Pakan ternak potensial, yang akhir-akhir ini beberapa industri pembuat pakan menggunakan cacing tanah dalam bentuk tepung cacing sebagai campuran pakan dan dijadikan pelet yang memiliki kadar protein lebih tinggi dari tepung ikan sehingga menekan biaya produksi. Namun, menurut Amri (2009:16), belum semua industri beralih menggunakan tepung cacing sebagai bahan utamanya karena

kurangnya suplai cacing yang masih sulit diperoleh secara rutin dan dalam jumlah yang memadai.

3. Penyubur lahan pertanian yang didapatkan dari kascing. Kotoran cacing atau yang biasa disebut kascing (bekas cacing) kaya akan unsur hara. Selain itu, aktivitas cacing di dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan unsur N, P, dan K di dalam tanah.

## 2.4 Prospek Wirausaha Cacing Tanah

Cacing tanah sering dianggap sebagai makhluk tidak berguna dan menjijikkan. Namun, cacing tanah ternyata memiliki potensi yang besar untuk dibudidayakan secara komersial yang berorientasi agribisnis. Pola usaha budidaya cacing tanah dapat dilakukan dalam skala rumah tangga ataupun skala besar. Tujuan menyosialisasikan budidaya cacing tanah antara lain untuk menyiapkan industri pakan ternak dan ikan nasional, memasok kebutuhan industri farmasi dan obat-obatan, mengubah limbah organik menjadi medium tanam yang murah dalam mendukung usaha pertanian, serta menumbuhkan ekonomi kerakyatan (Rukmana, 1999:5). Ada pun beberapa aspek yang mendukung bagusnya prospek wirausaha cacing tanah menurut Rukmana (1999:10), yaitu:

### 1. Aspek Pemasaran.

Kegiatan wirausaha cacing tanah menghasilkan dua produk, yaitu produk utama berupa cacing tanah dan produk sampingan berupa kotoran yang lazim disebut kascing (bekas cacing) dan biasanya digunakan untuk pembuatan pupuk. Produk cacing tanah diserap oleh berbagai industri atau pasar, seperti industri pakan ternak dan ikan, industri pembibitan cacing tanah, industri farmasi dan obat-obatan. Di samping itu, cacing tanah banyak dibutuhkan untuk bahan baku pengomposan sampah dan dapat dirancang untuk kebutuhan ekspor serta pengganti impor tepung ikan yang merupakan bahan baku pakan ternak dan ikan. Pasar ekspor potensial berdaya serap tinggi antara lain Korea yang memesan cacing sebanyak 35.000 ton/bulan.

### 2. Aspek Biaya

Wirausaha cacing tanah mempunyai daya tarik tersendiri dan dapat dikelola pada skala kecil (rumah tangga) sesuai dengan kemampuan atau ketersediaan dana. Pada skala usaha kategori sedang sampai besar, modal dapat dihimpun melalui pembentukan kelompok pembudidaya cacing tanah, koperasi pembudidaya cacing tanah, atau melalui lembaga-lembaga keuangan setempat.

### 3. Aspek Teknik Budi Daya

Budi daya cacing tanah tidak menuntut teknologi yang rumit dan peralatan yang canggih. Cacing tanah mudah dibudidayakan dengan teknologi yang sederhana (konvensional), karena secara alamiah maupun buatan cacing tanah mudah berbiak dan dapat beradaptasi luas terhadap berbagai lingkungan.

### 4. Aspek Organisasi dan Manajemen

Tujuan wirausaha cacing tanah adalah menciptakan pengusaha kecil yang tangguh, mandiri, dan handal. Meskipun demikian, tujuan khusus aspek bisnis cacing tanah difokuskan untuk memasok kebutuhan industri farmasi dan obat-obatan, pakan ternak dan ikan, dsb. Oleh karena itu, kesinambungan dan kelanjutan wirausaha cacing tanah, sebaiknya dibentuk atau dihimpun koperasi pembudidaya cacing tanah.

### 5. Aspek Keamanan Usaha

Setiap perencanaan usaha harus memperhatikan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), terutama dalam penanganan pencemaran lingkungan. Budi daya cacing tanah justru bersahabat dengan lingkungan tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap daerah sekitar tempat wirausaha.

Sedangkan menurut Amri (2009:27), prospek usaha cacing tanah adalah dari segi konsumsi. Contohnya di Jepang, jus cacing dikonsumsi oleh para eksekutif perusahaan ketika pulang kerja karena dapat menyembuhkan sakit kepala dan menjaga stamina. Di Korea, cacing tanah diolah menjadi sup penyegar menjelang tidur. Olahan lainnya yang cukup populer di Eropa adalah burger cacing, *spaghetti* cacing, dan makanan ringan seperti keripik. Dengan demikian, tren mengonsumsi cacing tanah bisa dijadikan peluang baru untuk memenuhi permintaan pasar ekspor.

## 2.5 Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin "*Ferfere*" yang berarti mendidihkan (Muljono, 2002). Dalam biologi, fermentasi merupakan proses konversi gula menjadi asam atau alkohol dengan bantuan bakteri. Namun istilahnya meluas menjadi seluruh perombakan senyawa organik yang dilakukan oleh mikroorganisme (Antonius, dkk, 2012). Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), fermentasi berarti penguraian metabolik senyawa organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi yang pada umumnya berlangsung dengan kondisi anaerobik (tanpa oksigen) dan dengan pembebasan gas.

Cara fermentasi sendiri telah lama dimanfaatkan jauh sebelum orang sadar bahwa sebenarnya terdapat mikroba yang bekerja di baliknya dan hal tersebut dimulai dari

pembuatan bir pada abad  $\pm$  5000 SM (Kosikowski dan Mistry, 1997:52). Produk-produk hasil fermentasi dapat berbeda-beda rasa dan tampilannya, tergantung dari jenis bakteri/mikrobanya. Ada pun beberapa manfaat dari fermentasi yaitu:

1. Dapat menghilangkan atau mengurangi zat antinutrisi
2. Dapat meningkatkan kandungan nutrisi
3. Dapat menaikkan waktu simpan, tahan lama, awet
4. Dapat memiliki nilai jual lebih tinggi

## 2.6 Sistem Produksi

Kegiatan produksi adalah kegiatan mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang dapat dijual. Ada tiga fungsi utama dari kegiatan produksi yaitu proses produksi, perencanaan produksi, dan pengendalian produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem-sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasikan input produksi menjadi output produksi (Nasution, 2003). Ada empat tipe sistem produksi berdasarkan tujuan operasinya menurut Nasution (2003:9) yaitu sebagai berikut:

- *Engineering to Order* (ETO), yaitu bila pemesan meminta produsen untuk membuat produk dimulai dari proses perancangan desainnya.
- *Assembly to Order* (ATO), yaitu produsen memproduksi *part-part* nya saja yang bisa dirakit untuk berbagai tipe produk. Ketika ada pesanan barulah komponen-komponen tersebut dirakit.
- *Make to Order* (MTO), yaitu produsen telah memiliki desain produk yang akan diproduksi namun produsen baru memulai memproduksi ketika ada pesanan.
- *Make to Stock* (MTS), yaitu produsen membuat *item-item* yang diselesaikan dan ditempatkan sebagai persediaan sebelum pesanan diterima konsumen.

Adapun sistem produksi berdasarkan aliran operasi dan variasi produknya menurut Nasution (2009:10) yaitu sebagai berikut:

- *Flow Shop*, yaitu proses konversi dimana unit-unit *output* secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang suatu lintasan produksi. Proses produksi *flow shop* biasanya bersifat MTS.
- *Continous*, proses ini merupakan bentuk ekstrim dari *flow shop* dimana terjadi aliran material yang konstan. Contohnya adalah industri penyulingan minyak dan pemrosesan kimia.
- *Job Shop*, yaitu bentuk proses konversi dimana unit-unit untuk pesanan yang berbeda

akan mengikuti urutan yang berbeda pula dengan melalui pusat-pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Biasanya bersifat MTO.

- *Batch*, yaitu memproduksi banyak variasi produk dan volume, lama proses produksi untuk tiap produk agak pendek, dan satu lintasan produksi dapat dipakai untuk beberapa tipe produk.
- *Proyek*, yaitu proses penciptaan satu jenis produk yang agak rumit dengan suatu pendefinisian urutan tugas-tugas yang teratur akan kebutuhan sumber daya dan dibatasi oleh waktu penyelesaiannya.

## 2.7 Perencanaan dan Pengendalian Produksi

Perencanaan produksi dilakukan dengan tujuan menentukan arah awal dari tindakan-tindakan yang harus dilakukan dimasa mendatang, apa yang harus dilakukan, berapa banyak melakukannya, dan kapan harus melakukan. Karena perencanaan ini berkaitan dengan masa mendatang, maka perencanaan disusun atas dasar perkiraan yang dibuat berdasarkan data masa lalu dengan menggunakan beberapa asumsi (Nasution, 2003:13). Apabila tujuan atau rencana tersebut dapat dicapai maka perusahaan akan mencapai kondisi ideal dengan minimalnya biaya produksi, harga jual yang rendah dan bersaing, dan menguasai pangsa pasar secara luas. Menurut Gasperz (2004:126), keberhasilan perencanaan dan pengendalian manufaktur membutuhkan perencanaan kapasitas yang efektif, agar mampu memenuhi jadwal produksi yang ditetapkan.

### 2.7.1 Perencanaan Produksi

Menurut Nasution (2003:15), perencanaan produksi yang baik harus mempunyai sifat sifat sebagai berikut:

- *Berjangka waktu*, artinya suatu perencanaan produksi hanya bisa digunakan dalam jangka waktu tertentu dan tidak dapat digunakan selamanya.
- *Berjenjang*, artinya pembuatan rencana produksi harus dilakukan secara bertahap dan berjenjang dari perencanaan produksi jangka panjang, jangka menengah (perencanaan agregat), dan jangka pendek.
- *Terpadu*, yaitu melibatkan banyak faktor, seperti bahan baku, mesin/peralatan, tenaga kerja, dan waktu.
- *Berkelanjutan*, artinya perencanaan produksi disusun untuk satu periode tertentu yang merupakan masa berlakunya rencana tersebut dan harus dibuat rencana baru untuk

periode waktu berikutnya.

- Terukur, jadi realisasi dari rencana produksi akan selalu dimonitor untuk mengetahui apakah terjadi penyimpangan dari rencana yang telah ditetapkan.
- Realistik, artinya rencana produksi yang dibuat harus disesuaikan dengan kondisi yang ada di perusahaan, sehingga target yang ditetapkan merupakan nilai yang realistis untuk dapat dicapai dengan kondisi yang dimiliki perusahaan.
- Akurat, berarti perencanaan produksi harus dibuat berdasarkan informasi-informasi yang akurat tentang kondisi internal dan eksternal.
- Menantang, meskipun rencana produksi harus dibuat serealistis mungkin, hal ini bukan berarti rencana produksi harus menetapkan target yang dengan mudah dicapai.

Perencanaan produksi sebagai suatu perencanaan taktis bertujuan memberikan keputusan yang optimum berdasarkan sumber daya yang dimiliki perusahaan yang meliputi kapasitas mesin, tenaga kerja, teknologi yang dimiliki, dan lainnya. Perencanaan produksi akan mudah dibuat bila tingkat permintaan bersifat konstan atau bila waktu produksi tidak menjadi kendala (Nasution, 2003:63).

### 2.7.2 Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi adalah proses yang dibuat untuk menjaga supaya realisasi dari suatu aktivitas sesuai dengan yang direncanakan. Berikut adalah tindakan-tindakan yang diperlukan untuk mengeliminir penyimpangan dalam eksekusi perencanaan produksi:

- Mengukur realisasi dari rencana produksi
- Membandingkan realisasi dengan rencana produksi
- Mengamati penyimpangan yang terjadi
- Menganalisis sebab-sebab terjadinya penyimpangan
- Melakukan tindakan perbaikan (Nasution, 2003: 20).

### 2.7.3 Pengendalian Persediaan

Persediaan merupakan stok yang dibutuhkan perusahaan untuk mengatasi adanya fluktuasi permintaan. Persediaan dalam proses produksi dapat diartikan sebagai sumber daya menganggur, hal ini dikarenakan sumber daya tersebut masih menunggu dan belum digunakan pada proses berikutnya (Sofyan, 2013:49). Berikut adalah jenis-jenis persediaan menurut Sofyan (2013:50):

1. Persediaan bahan baku (*raw material stock*) yaitu barang-barang yang dibeli dari

pemasok dan akan digunakan atau diolah menjadi produk yang akan dihasilkan oleh perusahaan.

2. Persediaan barang setengah jadi atau barang dalam proses (*work in process/progress stock*) yaitu bahan baku yang sudah diolah atau dirakit namun masih membutuhkan langkah-langkah selanjutnya agar produk dapat selesai dan menjadi produk akhir.
3. Persediaan bagian produk atau *parts* yang dibeli (*component stock*) yaitu persediaan barang yang berupa komponen yang diterima dari perusahaan lain, yang dapat secara langsung dirakit dengan *parts* lain sehingga *parts* ini tidak mengalami perubahan dalam operasi.
4. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu barang yang telah selesai diproses dan siap untuk disimpan di gudang.
5. Persediaan bahan-bahan pembantu atau barang-barang perlengkapan (*supplies stock*) yaitu barang yang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan produksi.

## 2.8 Perencanaan Jangka Panjang

Perencanaan jangka panjang pada dasarnya mencakup empat sub-sistem yang bersifat hierarkis yaitu perencanaan strategis, perencanaan bisnis, perencanaan pemasaran, dan perencanaan agregat (Sinulingga, 2013:91).

- Perencanaan Strategis (*Strategic Planning*), merupakan suatu proses perencanaan mengenai penentuan arah pengembangan perusahaan dalam jangka panjang. Jangkauan rencana strategis pada umumnya lima tahun ke depan. Output utama dari *strategic planning* yaitu pernyataan tentang visi, misi, tujuan/sasaran perusahaan dalam jangka panjang dan rumusan strategi perusahaan yang akan digunakan untuk mewujudkan visi dan tujuan jangka panjang tersebut.
- Perencanaan Bisnis (*Business Planning*), merupakan tahap lanjutan atau penjabaran dari *strategic planning*. *Business planning* ialah proses penyusunan rencana tentang bisnis apa saja yang akan dikembangkan atau ditingkatkan dalam jangka panjang. Rentang waktu perencanaan bisnis pada umumnya sama dengan rentang waktu perencanaan strategis yaitu sampai 5 tahun ke depan
- Perencanaan Pemasaran (*Marketing Planning*), ialah proses penjabaran bisnis *plan* ke dalam aspek *marketing* dengan memperhatikan hasil analisis dari *demand management*. Analisis pasar mencakup dua entitas pokok yaitu secara demografik dan geografik.

- Perencanaan Agregat (*Aggregate Planning*), mengonversikan antisipasi penjualan dan *product groups* yang dinyatakan dalam *business plan* dan *market plan* ke dalam rencana agregat. Rencana agregat pada umumnya mempunyai rentang waktu satu tahun dengan *time bucket* satu minggu atau satu bulan. Sasaran dari perencanaan agregat ialah menetapkan jumlah produk yang akan dihasilkan, tingkat persediaan dan perkiraan jumlah tenaga kerja yang optimum dalam situasi permintaan yang fluktuatif. Menurut Naidu (1998) dalam Sinulingga (2013:103), ada beberapa alternatif strategi yang digunakan untuk menghadapi permintaan yang berfluktuasi, antara lain:
  - Berproduksi dengan volume produksi yang konstan dari periode ke periode.
  - Berproduksi dengan kapasitas yang konstan tetapi pada volume produksi yang bervariasi melalui pengadaan kerja lembur, subkontrak, dan lain lain.
  - Berproduksi pada kapasitas dan volume produksi yang bervariasi mengikuti fluktuasi permintaan dengan menerapkan kebijaksanaan merekrut dan melepaskan tenaga kerja sewaktu-waktu
  - Mempelajari kemungkinan penerapan *backlog* terencana (kemungkinan pengiriman susulan apabila jumlah produk yang tersedia tidak mencukupi permintaan pada periode berjalan apabila pelanggan terkait bersedia).

## 2.9 Perencanaan Jangka Menengah

Menurut Sinulingga (2013:129), perencanaan jangka menengah adalah proses penyusunan rencana induk produksi (*master production scheduling*) sebagai jabaran dari rencana agregat. Pada umumnya, rentang waktu cakupan (*time horizon*) jadwal induk produksi ialah antara 6-18 bulan tetapi tidak sedikit perusahaan membatasinya hanya sampai 12 bulan. Perencanaan jangka menengah menguraikan (*dissaggregation*) kelompok produk tahun pertama ke dalam produk-produk tunggal (*individual products*) dengan *time bucket* yang lebih pendek yaitu mingguan (*weekly periods*). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menjabarkan (*dissaggregation*) *aggregate plan* ke dalam *master production schedule* ialah perkiraan pola permintaan masing-masing *individual product* yang ada dalam setiap *product group*, kebijakan persediaan, kapasitas produksi yang tersedia, dan biaya.

## 2.10 Perencanaan Operasional

Perencanaan jangka pendek yang sering juga disebut perencanaan operasional merupakan tahap akhir perencanaan produksi. Hasil akhir dari perencanaan ini ialah

sebuah rencana program yang siap untuk dieksekusi (Sinulingga, 2013:143). Tujuan dan sasaran perencanaan jangka pendek ialah:

1. Menentukan kebutuhan bahan-bahan (*part*, komponen, dan sub-assembly) baik yang harus dibuat maupun yang harus dipesan dari luar untuk memenuhi jadwal induk produksi.
2. Menghitung kebutuhan kapasitas masing-masing stasiun kerja yang terkait per periode untuk mendukung jadwal induk produksi serta memeriksa tingkat kecukupan kapasitas yang tersedia.
3. Menetapkan jadwal penugasan kegiatan (*work orders schedules*) pada setiap stasiun kerja dengan memperhatikan prioritas dan ketersediaan kebutuhan bahan dan kapasitas.
4. Menyusun/mempersiapkan perintah-perintah kerja (*work orders*) sesuai dengan jadwal pengerjaan.

### 2.11 Metode Peramalan

Metode peramalan dapat diklasifikasi atas dua kelompok besar yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif didasarkan pada pertimbangan akal sehat (*human judgement*) dan pengalaman. Metode kuantitatif adalah sebuah prosedur formal yang menggunakan model matematik dan data masa lalu untuk memproyeksikan kebutuhan di masa yang akan datang (Sinulingga, 2013:113).

#### 1. Metode Kualitatif

Metode kualitatif pada umumnya digunakan apabila data kuantitatif tentang permintaan masa lalu tidak tersedia atau akurasinya tidak memadai. Misalnya peramalan tentang permintaan produk baru yang akan dikembangkan. Metode peramalan kualitatif yang umum digunakan dalam perencanaan produksi ialah:

- Keputusan manajemen, merupakan metode yang paling umum digunakan dalam memperkirakan besarnya permintaan produk untuk jangka panjang. Sekelompok anggota eksekutif dari bagian *marketing*, *engineering*, dan *manufacturing* bertemu dan berdiskusi tentang hal tersebut.
- Teknik Delphi, yaitu para pakar atau ahli yang diminta pendapat masing-masing terhadap sejumlah hal yang diajukan sebagai pertanyaan. Para ahli ini tidak saling bertemu agar tidak ada dominasi seperti halnya pada diskusi. Kemudian jawaban dari para ahli dianalisis, dan dihitung rata-ratanya. Teknik ini dapat dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan hasil yang semakin mengerucut dan mengarah pada

bilangan yang semakin mendekati. Biasanya kisaran jawaban para ahli memberikan sebuah ide dengan derajat ketidakpastian tertentu.

- Gabungan pendapat tenaga penjual, yaitu menggabungkan pendapat para penjual karena mereka selalu berada pada posisi paling depan di pasar sehingga memahami betul perilaku para pembeli. Para penjual dimintai kesempatan untuk berpendapat dan apabila pendapat mereka digabung akan diperoleh hasil peramalan yang sering cukup terpercaya. Namun teknik ini mengandung penyimpangan karena faktor subjektivitas dari masing-masing penjual
- Riset pasar, yaitu pengumpulan data secara sistematis dan analisis terhadap fakta-fakta yang berhubungan dengan pemasaran. Salah satu bentuk dari riset pasar ialah survei pelanggan dimana informasi mengenai preferensi pelanggan dicari dengan menyampaikan kuesioner kepada sejumlah pelanggan yang ditentukan sebagai sampel.
- Analogi historis, yaitu meramalkan permintaan dari produk dan teknologi yang terkait dengan produk tersebut.
- Kurva siklus daur hidup, sering dikembangkan untuk produk-produk baru terutama untuk peramalan permintaan produk-produk yang mempunyai daur hidup beberapa tahun seperti komputer dan produk-produk elektronik.

## 2. Metode Kuantitatif

Metode peramalan kuantitatif mempunyai asumsi bahwa data permintaan masa lalu dari produk atau *item* yang diramalkan mempunyai pola yang diperkirakan masih berlanjut ke masa yang akan datang. Beberapa metode peramalan kuantitatif yaitu:

- Analisis *Time Series*, yang menemukan bagaimana indikator produk tertentu bervariasi terhadap waktu.
- Metode Rata-Rata Bergerak (*Moving Average*), yaitu peramalan dengan menggunakan data-data permintaan dalam beberapa periode lalu secara berurutan, biasanya mencakup satu tahun.
- Metode Penghalusan (*Exponential Smoothing*), yang pada umumnya digunakan untuk perkiraan potensi penjualan produk-produk secara individu.

### 2.12 Probabilitas

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), probabilitas adalah kemungkinan terjadinya suatu peristiwa. Ada beberapa poin yang dapat menjelaskan secara detail mengenai probabilitas yang ditulis oleh Arnold dan Milton (1986:3):

1. Probabilitas adalah angka antara 0 dan 1, inklusif (dapat dihitung), mencerminkan kesempatan-kesempatan peristiwa yang terjadi.
2. Probabilitas yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa peristiwa tersebut sangat mungkin terjadi. Bukan berarti peristiwa tersebut akan terjadi, hanya saja diperkirakan akan sering terjadi.
3. Probabilitas mendekati nol mengindikasikan bahwa peristiwa tersebut sangat mungkin untuk tidak terjadi. Bukan berarti peristiwa tersebut tidak akan terjadi sama sekali, hanya saja akan jarang terjadi.
4. Probabilitas mendekati  $\frac{1}{2}$  mengindikasikan bahwa peristiwa tersebut bisa terjadi bisa tidak.

Menurut Fauzy (2008:68), faktor untung-untungan biasanya dihubungkan dengan pengertian tentang kemungkinan atau peluang (*probability*). Hal itu disebabkan hasilnya tidak mutlak sehingga kita hanya dapat menyatakan kemungkinan atau tingkat kepastian timbulnya suatu kejadian. Kemungkinan atau tingkat kepastian tersebut tidak dapat diduga dengan pasti akan tetapi dapat dianalisis atas dasar logika ilmiah. Misalkan terdapat  $y$  kejadian yang mungkin dan kejadian tersebut terbatas jumlahnya. Apabila ada sejumlah  $x$  dari kejadian tersebut merupakan suatu peristiwa A, maka probabilitas peristiwa A dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P(A) = \frac{x}{y} \quad (2.3)$$

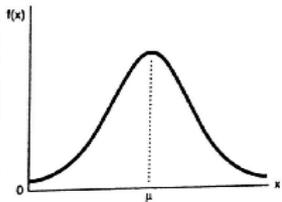
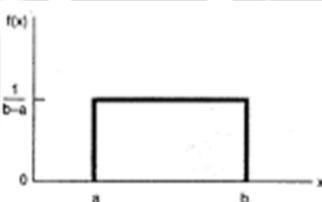
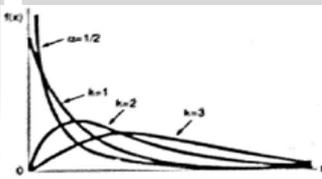
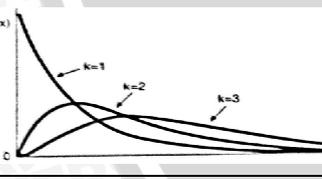
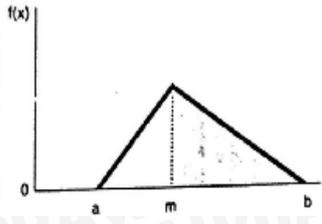
### 2.13 Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas adalah sebuah daftar dari keseluruhan hasil suatu percobaan yang disertai dengan probabilitas masing-masing hasil tersebut. Nilai peluang dari variabel random  $x$  ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. Ada dua jenis distribusi peluang, yaitu distribusi peluang diskret dan kontinu. Sebuah variabel random dikatakan diskret apabila mengambil nilai-nilai tertentu yang terpisah, yang umumnya dihasilkan dari perhitungan suatu objek. Misalnya perhitungan jumlah karyawan yang tidak masuk kerja, jumlah produk yang rusak, atau jenis kelamin pembeli mobil. Sedangkan sebuah variabel random dikatakan kontinu apabila diambil dari pengukuran sesuatu seperti lebar ruangan, tinggi badan, atau berat badan seseorang. Hasil pengukuran tersebut mungkin akan berbeda-beda tergantung pada siapa yang melakukan pengukuran dan tingkat ketelitian yang digunakan. Karena nilai hasil pengukuran tidak setepat hasil perhitungan, maka nilai hasil pengukuran bisa bervariasi dalam suatu selang nilai tertentu (Supranto, 2001:2).

Distribusi atau persebaran suatu kemungkinan (probabilitas) dari suatu peristiwa

membentuk sebuah fungsi kepadatan (*probability density function*) yang dapat divisualisasikan dengan kurva sehingga setiap distribusi tertentu memiliki pola yang berbeda pada kurvanya. Cara yang dapat digunakan untuk mengetahui pola kurva suatu distribusi adalah dengan menggunakan konsep statistik deskriptif. Beberapa distribusi dan kegunaannya ditampilkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Jenis Distribusi

Distribusi	Keterangan
Distribusi Normal 	Distribusi normal merupakan sebuah fungsi yang berbentuk lonceng dengan parameter $\mu$ (mean) dan $\sigma$ (standar deviasi). Distribusi normal pada umumnya digunakan untuk menggambarkan proses. Fungsi densitas distribusi normal yaitu: $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$ Sumber: Pegden, et al., (1995)
Distribusi <i>Uniform</i> 	Distribusi <i>uniform</i> pada umumnya menggunakan variabel acak seragam ( <i>uniform</i> ) dan sangat umum digunakan karena tidak adanya informasi tentang distribusi yang mendasari yang dimodelkan. Fungsi densitas distribusi uniform yaitu: $f(x) = \frac{1}{b-a} \quad \text{jika } a \leq x \leq b$ $0 \quad \text{selain itu}$ Sumber: Pegden, et al., (1995)
Distribusi Gamma 	Distribusi gamma memiliki fungsi seperti distribusi erlang, untuk menggambarkan waktu melakukan pekerjaan. Rumus distribusi gamma yaitu: $f(x) = \frac{\beta^{-\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)} \quad \text{jika } x > 0$ $0 \quad \text{selain itu}$ Sumber: Pegden, et al., (1995)
Distribusi Erlang 	Distribusi erlang memiliki fungsi yang sama seperti distribusi gamma, untuk menggambarkan waktu melakukan pekerjaan. Rumus distribusi erlang yaitu: $f(x) = \frac{\beta^{-k} x^{k-1} e^{-x/\beta}}{(k-1)!}$ Sumber: Pegden, et al., (1995)
Distribusi Triangular 	Distribusi triangular digunakan ketika distribusi yang mendasari tidak diketahui, tetapi masuk akal untuk mengasumsikan bahwa nilai berkisar dari beberapa nilai minimal, biasanya untuk mempresentasikan proses. Rumus distribusi triangular yaitu: $f(x) = \frac{2(x-a)}{(m-a)(b-a)} \quad \text{jika } a \leq x \leq m$ $= \frac{2(b-x)}{(b-m)(b-a)} \quad \text{jika } m \leq x \leq b$ Sumber: Pegden, et al., (1995)

Untuk menguji kesesuaian dari frekuensi data yang diteliti dengan beberapa distribusi teoretis, yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi distribusi teoretis yang

diharapkan (Pegden, 1995:44). Pada umumnya, peneliti tidak bisa menebak atau menghipotesiskan sebuah distribusi sampai benar-benar melihat datanya. Peneliti dapat dibantu dalam menebak distribusi dugaan dengan mengubah data ke dalam bentuk histogram. Perbandingan visual tersebut hanya menyarankan distribusi apa yang akan dicoba untuk diuji. Menurut Pegden (1995:43), untuk mencocokkan data dengan suatu distribusi teoretis tertentu harus dilakukan tiga tahap:

1. Memilih distribusi yang akan diuji coba
2. Mengestimasikan nilai parameter yang akan digunakan untuk distribusi terpilih
3. Menentukan metode pengujian kecocokan data dengan metode yang tepat.

#### 2.14 Uji Kolmogorov-Smirnov

*Kolmogorov-Smirnov* (K-S) *Test* pertama kali disarankan oleh Smirnov pada 1939 dan tabel nilai kritisnya dipublikasikan sembilan tahun kemudian (Pegden, 1995:53). Uji K-S digunakan untuk pengujian kesesuaian, membandingkan fungsi distribusi empiris dengan fungsi distribusi  $F$  pada distribusi yang dihipotesiskan. Pada uji K-S, peneliti tidak perlu mengelompokkan data sehingga tidak ada informasi yang hilang. Kelebihan lain dari uji K-S adalah uji tersebut valid (tepat) untuk berapapun jumlah sampel  $n$  (Law dan Kelton, 2000:363). Uji K-S digunakan untuk mengestimasi parameter pada kasus normal, eksponensial, Weibull, dan distribusi log-logistik.

Menurut Pegden (1995:53), uji K-S mengasumsikan bahwa distribusi probabilitas adalah kontinu dan rata-rata serta variansi populasi diketahui. Uji ini dilakukan dengan mengembangkan, menentukan, dan membandingkan distribusi probabilitas kumulatif untuk data yang diteliti dan distribusi teoretis. Kedua distribusi ini dibagi menjadi beberapa kelas, dan deviasi absolut antara dua distribusi kumulatif dihitung. Statistik K-S hitung yang dibandingkan dengan nilai kritis pada tabel merupakan deviasi kelas dengan nilai absolut terbesar. Untuk menentukan statistik K-S, digunakan fungsi distribusi empiris  $F_n$  ( $x$ ) yang didefinisikan dengan  $D_n = \max \{ |F_n(x) - F'(x)| \}$

#### 2.15 Probability Density Function (pdf)

Menghitung probabilitas pada kasus kontinu berbeda dengan kasus diskret. Pada kasus diskret, sebuah fungsi didefinisikan sebagai  $f$  yang disebut kepadatan (*density*) yang dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari variabel random  $X$ . Fungsi tersebut adalah  $f(x) = P [ X=x ]$ ,  $x$  real. Namun fungsi ini tidak dapat digunakan untuk kasus kontinu karena  $P [ X=x ]$  selalu 0. Bagaimanapun juga, diperlukan fungsi yang bisa digunakan

untuk menghitung probabilitas dari variabel random kontinu. Fungsi tersebut juga dinamakan kepadatan (*density*). Misalkan  $X$  adalah variabel random kontinu. Maka fungsi  $f$  seperti:

1.  $f(x) \geq 0$  untuk  $x$  real
2.  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$
3.  $P[a \leq X \leq b] = \int_a^b f(x)dx$  untuk  $a$  dan  $b$  real

disebut kepadatan (*density*) untuk  $X$  (Arnold dan Milton, 1986:100).

### 2.16 Cumulative Density Function (cdf)

*Cumulative density function* (cdf) atau fungsi kumulatif dalam kasus kontinu sangatlah penting. Fungsi pdf maupun cdf adalah untuk memprediksi perilaku variabel dalam pengertian probabilitas (Arnold dan Milton, 1986:190). Misalkan  $X$  adalah variabel random kontinu dengan fungsi kepadatan  $f$ . Fungsi kumulatif dinotasikan dengan  $F$ , dan didefinisikan sebagai

$$F(x) = P[X \leq x], x \text{ real}$$

Untuk menemukan  $F(x)$  dalam angka  $x$  spesifik, perlu mengintegrasikan semua nilai real dari fungsi kepadatan yang kurang atau sama dengan  $x$  yang dihitung dengan

$P[X \leq x] = F(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt$ ,  $x$  real (Arnold dan Milton, 1986: 103). Menemukan kepadatan yang tepat bukanlah hal yang mudah. Beberapa metode dilakukan untuk mempermudah pemilihan kepadatan karena dalam praktiknya, distribusi yang pasti dari suatu variabel random jarang diketahui. Perlu ditentukan bentuk yang masuk akal untuk kepadatan dan nilai yang pantas untuk parameter distribusi dari suatu set data. Beberapa grafik sederhana dan metode analisis dapat digunakan untuk menentukan suatu distribusi data seperti pada statistik deskriptif.

### 2.17 Statistik Deskriptif

Dalam Arnold dan Milton (1986:193), ketika mempelajari sebuah variabel random  $X$ , satu pertanyaan penting yang harus dijawab adalah, “Masuk dalam distribusi apa variabel random  $X$  ini?” Jawabannya, perlu ditentukan apakah  $X$  tersebut binomial, Poisson, normal, eksponensial, atau masuk dalam distribusi lain. Dalam kasus diskret, seringkali mungkin untuk menentukan bentuk distribusi yang cocok dari penjelasan kasar dari sebuah eksperimen. Tugas statistikawan adalah mengira-ngira nilai parameter yang menunjukkan karakteristik distribusi. Lain halnya dengan variabel random kontinu yang lebih sulit

diatasi. Untuk menentukan distribusi dari sebuah variabel, harus didapatkan ‘bentuk’ dari kepadatan itu sendiri. Contohnya, apabila bentuknya datar, bisa dicurigai bahwa  $X$  berdistribusi *uniform*. Apabila bentuknya seperti lonceng, bisa dicurigai  $X$  berdistribusi normal.

Statistik deskriptif sendiri adalah bagian dari ilmu statistika yang hanya mengolah dan menyajikan data tanpa mengambil keputusan untuk populasi. Menurut Hasan (2001:7), statistik deskriptif atau statistik deduktif adalah bagian dari statistik yang mempelajari cara pengumpulan data dan penyajian data sehingga mudah dipahami. Dalam prosesnya termasuk pemecahan data ke dalam kelas-kelas atau kategori, menentukan jumlah observasi pada tiap kelas, dan membangun grafik untuk menampilkan frekuensi. Bahasan statistik deskriptif mencakup distribusi frekuensi seperti grafik distribusi (histogram, poligon frekuensi, dan ogive), ukuran nilai pusat (mean, median, modus), dan ukuran dispersi (jangkauan, simpangan baku, variansi).

### 2.17.1 Distribusi Frekuensi

Data yang diperoleh masih berupa data kasar atau data mentah yang acak dan sulit dicerna harus dikelompokkan dulu ke dalam distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi menunjukkan jumlah atau banyaknya item dalam setiap kategori atau kelas (Supranto, 2008:72). Tujuan pengelompokan data ke dalam distribusi frekuensi ialah untuk memperoleh gambaran yang sederhana, jelas, dan sistematis tentang suatu peristiwa yang dinyatakan dalam angka-angka (Fauzy, 2008:19). Kemudian ditetapkan jumlah kelas sedemikian rupa sehingga setiap data hanya akan termasuk dalam satu kelas saja. Setelah data dikategorikan akan terbentuklah satu distribusi frekuensi datanya. Agar distribusi frekuensi yang dihasilkan cukup baik dalam penyajiannya, maka penyusunannya harus memperhatikan jumlah kelas, panjang interval kelas, dan titik tengah kelas.

Penentuan jumlah kelas dari suatu distribusi tergantung pada ciri-ciri data kasarnya dan tujuan penggunaan data itu sendiri setelah digolongkan ke dalam kelas-kelas tertentu. Jumlah kelas juga berhubungan erat dengan besarnya interval kelas, sifat data kasar, dan jumlah angka-angka yang ingin dikelompokkan ke dalam kelas-kelas tersebut. Jumlah kelas jangan terlalu banyak dan jangan pula terlalu sedikit. Jumlah kelas yang terlalu banyak atau terlalu sedikit tidak mungkin memberi gambaran yang sederhana dan jelas tentang keterangan-keterangan yang terkandung di dalam data.

### 2.17.2 Distribusi Relatif

Frekuensi relatif dari suatu kelas adalah proporsi item dalam setiap kelas terhadap jumlah keseluruhan item dalam data tersebut (Supranto, 2008:72). Untuk tujuan tertentu, penyajian data ke dalam distribusi frekuensi relatif akan lebih mudah dan berguna, misalnya, kita dapat segera mengetahui persentase setiap frekuensi kelasnya (Fauzy, 2008:24). Frekuensi bersifat relatif ini (FRK) dapat diperoleh dengan membagi frekuensi kelas (FK) dengan jumlah keseluruhan frekuensinya (KF).

$$FRK = \frac{FK}{KF} \quad (2.1)$$

maka

$$FK = FRK \times KF \quad (2.2)$$

Sebagai contoh, distribusi frekuensi tentang berat mesin fotokopi (dalam kg) yang diproduksi oleh PT. Semesta ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Contoh Perhitungan Frekuensi Relatif

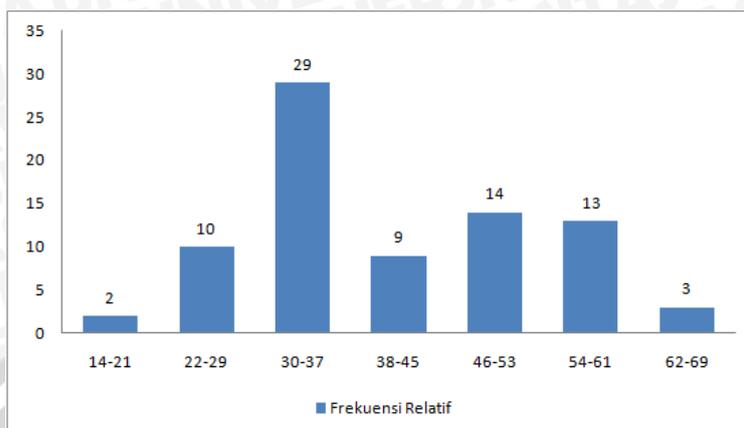
Berat Mesin Fotokopi (kg)	Jumlah	Frekuensi Relatif
14-21	2	0,0250
22-29	10	0,1250
30-37	29	0,3625
38-45	9	0,1125
46-53	14	0,1750
54-61	13	0,1625
62-69	3	0,0375
Jumlah	80	1,0000

Pada tabel 2.3, frekuensi relatif didapatkan dari membagi jumlah frekuensi pada tiap kelas dengan jumlah keseluruhan dan menghasilkan jumlah frekuensi relatifnya sebesar 1. Cara yang sama dapat dilakukan untuk menghitung frekuensi dari masing-masing kelas apabila hanya frekuensi relatifnya saja yang diketahui. Yaitu dengan mengalikan nilai frekuensi relatif pada masing-masing kelas dengan jumlah frekuensi keseluruhan (KF) seperti pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Contoh Perhitungan Frekuensi Kelas

Berat Mesin Fotokopi (kg)	Frekuensi Relatif	Jumlah
14-21	0,0250 x 80	2
22-29	0,1250 x 80	10
30-37	0,3625 x 80	29
38-45	0,1125 x 80	9
46-53	0,1750 x 80	14
54-61	0,1625 x 80	13
62-69	0,0375 x 80	3
Jumlah	1,0000 x 80	80

Frekuensi relatif pada umumnya digambarkan dengan histogram untuk melihat ‘bentuk’ kepadatannya. Gambar di bawah ini menunjukkan histogram dari frekuensi berat mesin fotokopi.



Gambar 2.2 Histogram Distribusi Relatif Berat Mesin Fotokopi

### 2.17.3 Distribusi Kumulatif

Frekuensi kumulatif adalah jumlah frekuensi semua nilai yang lebih kecil daripada batas kelas atas suatu selang kelas. Penggunaan distribusi kumulatif seringkali dapat menghilangkan keragu-raguan dalam memasukkan angka-angka ke dalam kelas-kelas tertentu (Fauzy, 2008:26). Sebagai contoh, distribusi frekuensi berat mesin fotokopi ditunjukkan pada tabel berikut.

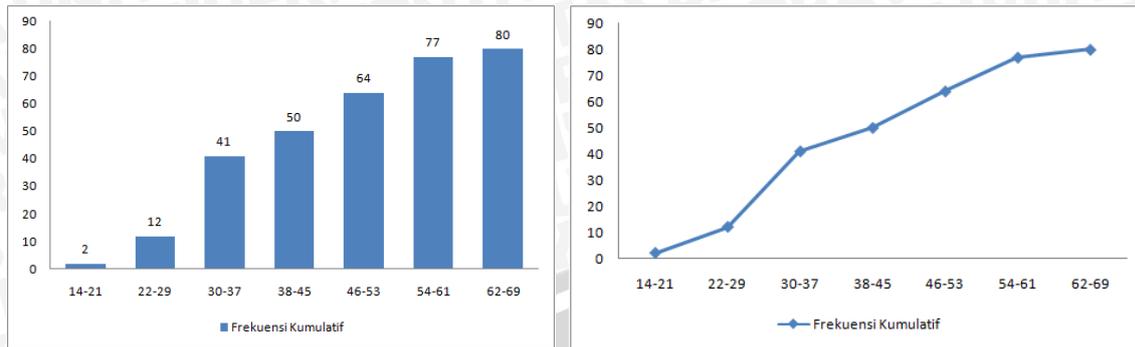
Tabel 2.5 Contoh Perhitungan Frekuensi Kumulatif

Berat Mesin Fotokopi (kg)	Jumlah	Frekuensi Kumulatif
14-21	2	2
22-29	10	12
30-37	29	41
38-45	9	50
46-53	14	64
54-61	13	77
62-69	3	80
Jumlah	80	

Untuk mengetahui frekuensi relatif dari suatu kelas apabila diketahui frekuensi kumulatifnya, bisa dihitung dengan mengurangkan frekuensi kumulatif dengan nilai lebih besar dengan kelas sebelumnya. Misalnya untuk mengetahui frekuensi relatif dari kelas kelima dengan berat fotokopi antara 46-53 kg, maka bisa diketahui dengan mengurangkan 64 dengan 50 sehingga hasilnya 14. Dapat dilihat pada tabel 2.3 pada kolom jumlah bahwa frekuensi relatif dari kelas tersebut adalah 14.

Frekuensi kumulatif pada umumnya digambarkan dengan *ogive*, namun juga bisa digambarkan dengan grafik batang. Gambar 2.3 menunjukkan grafik batang dan *ogive*

berat mesin fotokopi.



Gambar 2.3 Histogram dan Ogive Distribusi Kumulatif Berat Mesin Fotokopi

#### 2.17.4 Ukuran Pemusatan dan Ukuran Variasi atau Dispersi

Rata-rata (*average*) adalah nilai yang mewakili himpunan atau sekelompok data (*a set of data*). Nilai rata-rata umumnya cenderung terletak di tengah suatu kelompok data yang disusun menurut besar/kecilnya nilai. Dengan kata lain, nilai rata-rata mempunyai kecenderungan memusat, sehingga sering disebut ukuran kecenderungan memusat. Beberapa jenis rata-rata yang sering dipergunakan ialah rata-rata hitung (*arithmetic mean* atau sering disingkat *mean* saja), rata-rata ukur (*geometric mean*), dan rata-rata harmonis (*harmonic mean*). Setiap rata-rata tersebut selain mempunyai keunggulan juga memiliki kelemahan, dan ketepatan penggunaannya sangat bergantung pada sifat dari data dan tujuannya. Ada pun ukuran pemusatan lain seperti median, modus, kuartil, desil, dan persentil. (Supranto, 2008:95).

Variasi atau dispersi adalah penyimpangan suatu data dari rata-ratanya. ada beberapa ukuran variasi atau dispersi, misalnya nilai jarak (*range*), rata-rata simpangan (*mean deviation*), simpangan baku (*standard deviation*), dan koefisien variasi (*coefficient of variation*). Nilai rata-rata seperti *mean* atau median hanya menitikberatkan pada pusat data, tapi tidak memberikan informasi tentang sebaran nilai pada data tersebut. Sedangkan ukuran variasi atau dispersi dapat digunakan untuk membandingkan sebaran data dari dua informasi distribusi lain (Supranto, 2008:137). Di antara ukuran variasi tersebut, simpangan baku (*standard deviation*) yang sering digunakan untuk keperluan analisis data karena mempunyai sifat-sifat matematis yang sangat penting dan berguna untuk pembahasan teori dan analisis. Simpangan baku atau *standard deviation* merupakan salah satu ukuran dispersi yang diperoleh dari akar kuadrat positif varians. Varians adalah rata-rata hitung dari kuadrat simpangan setiap pengamatan terhadap rata-rata hitungnya. Rumus dari simpangan baku populasi adalah

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}} \quad (2.3)$$

## 2.18 Distribusi Normal

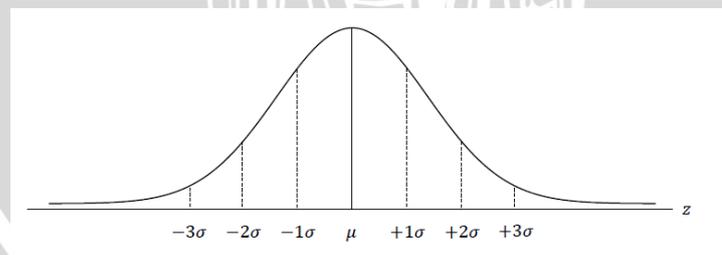
Distribusi normal merupakan salah satu distribusi kontinu dan merupakan distribusi yang terpenting dalam seluruh bidang statistika. Grafiknya disebut kurva normal dan berbentuk lonceng yang menggambarkan dengan cukup baik banyak gejala yang muncul di alam, industri, dan penelitian. Pengukuran fisik di bidang seperti percobaan meteorologi, penelitian curah hujan, dan pengukuran suku cadang yang diproduksi sering dengan baik dapat diterangkan menggunakan distribusi normal. Di samping itu, galat dalam pengukuran ilmiah dapat dihampiri dengan sangat baik oleh distribusi normal. Pada tahun 1733, Abraham DeMoivre menemukan persamaan matematika kurva normal. Persamaan ini merupakan dasar bagi banyak teori statistika induktif. Distribusi normal sering pula disebut distribusi Gauss untuk menghormati Karl Friedrich Gauss (1777-1855), yang juga menemukan persamaannya waktu meneliti galat dalam pengukuran yang berulang-ulang mengenai bahan yang sama (Walpole dan Myers, 1995:160).

Dua parameter yang menentukan distribusi normal adalah rata-rata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ). Distribusi normal umum memiliki fungsi kepadatan yaitu

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}}$$

Gambar 2.4 Fungsi Kepadatan Distribusi Normal

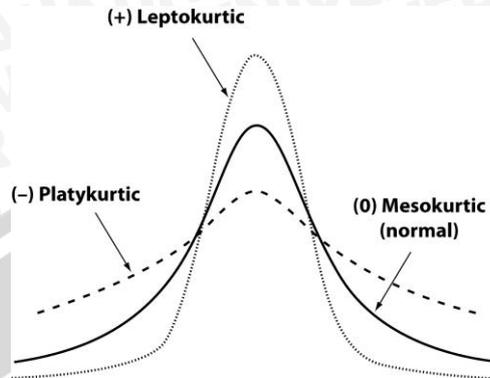
Dalam bentuk kurva, distribusi normal digambarkan pada gambar 2.5



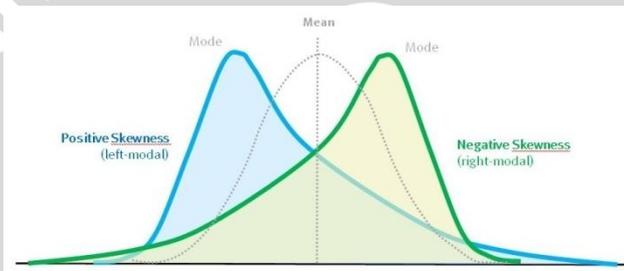
Gambar 2.5 Kurva Distribusi Normal

Kurva distribusi normal dipengaruhi oleh rata-rata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) yang menyebabkan timbulnya sifat ketidaksimetrisan sebuah kurva normal seperti sifat keruncingan (kurtosis) dan kemencengan (*skewness*). Jika rata-rata ( $\mu$ ) besar dan standar deviasi ( $\sigma$ ) besar maka keruncingan kurvanya makin rendah dan semakin landai (platikurtik). Jika rata-rata ( $\mu$ ) besar dan standar deviasi ( $\sigma$ ) kecil maka keruncingan

kurvanya makin tinggi (leptokurtik) dan semakin lancip. Kemencengan sebuah kurva digunakan untuk memberitahukan arah sebaran data. Jika sebuah kurva memiliki ekor yang lebih panjang ke arah kiri, maka distribusinya memiliki kemiringan positif. Sebaliknya, jika kurvanya miring ke kanan, maka distribusinya memiliki kemiringan negatif.



Gambar 2.6 Keruncingan Kurva



Gambar 2.7 Kemencengan Kurva

Keluarga distribusi normal memiliki jumlah yang banyak sekali akibat pengaruh rata-rata dan standar deviasi. Akan tetapi, untuk mencari probabilitas suatu interval dari variabel random kontinu dapat dipermudah dengan mengubah distribusi normal umum menjadi distribusi normal standar yang memiliki bentuk fungsi sebagai berikut.

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z^2}$$

Gambar 2.8 Fungsi Kepadatan Distribusi Normal Standar

Distribusi normal umum yang diubah menjadi distribusi normal standar bisa menggunakan nilai Z (*standard unit*) yang memiliki rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Gambar 2.9 Rumus Nilai Z

Nilai Z adalah angka atau indeks yang menyatakan penyimpangan suatu nilai variabel random (x) dari rata-rata ( $\mu$ ) dihitung dalam satuan simpangan baku atau standar deviasi

( $\sigma$ ). Untuk menentukan luas daerah di bawah kurva normal standar, telah dibuat daftar distribusi normal standar, yaitu tabel luas kurva normal standar dengan nilai-nilai  $Z$  tertentu. Dengan menggunakan daftar tersebut, bagian-bagian luas dari distribusi normal standar dapat dicari.

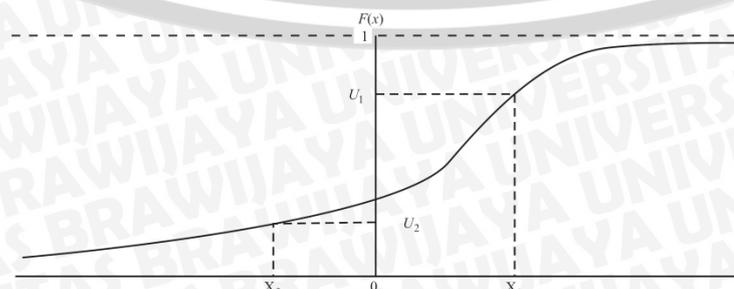
## 2.19 Inverse Transform

Sebuah simulasi yang memiliki aspek random selalu terlibat dalam sampling, pembangkitan atau membangkitkan variabel random dari distribusi probabilitasnya. Sebuah distribusi seringkali merupakan hasil dari *fitting* bentuk distribusi yang cocok misalnya distribusi eksponensial, gamma, Poisson dll (Law dan Kelton, 2000:437). Dasar yang digunakan untuk setiap metode pembangkitan variabel random dari distribusi apa pun adalah variabel random  $U(0,1)$ . Ada banyak metode yang digunakan untuk membangkitkan variabel random dan tentu saja rumus yang digunakan berbeda tergantung pada distribusinya, namun dapat diklasifikasikan berdasarkan teori dasarnya misalnya seperti teori *Inverse Transform*.

Misalkan peneliti ingin membangkitkan variabel random  $X$  yang merupakan variabel kontinyu dan memiliki fungsi distribusi  $F$  yang kontinyu dan selalu meningkat ketika  $0 < F(x) < 1$ . Misalkan  $F^{-1}$  adalah notasi dari *inverse* (kebalikan) dari fungsi  $F$  sehingga algoritma untuk pembangkitan variabel random  $X$  memiliki fungsi distribusi  $F$  sebagai berikut:

1. Membangkitkan  $U \sim U(0,1)$
2. Membalik  $X = F^{-1}(U)$

Nilai  $F^{-1}(U)$  akan selalu ditetapkan dengan  $0 \leq U \leq 1$  dan *range*  $F$  adalah  $[0,1]$ . Gambar 2.10 mengilustrasikan algoritma secara grafis, dimana variabel random berhubungan dengan fungsi distribusi dapat berada pada nilai positif maupun negatif, nilai  $U$  menentukan variabel mana yang akan menjadi persoalan. Pada gambar 2.10, variabel random  $U_1$  menghasilkan variabel random  $X$  positif, sedangkan  $U_2$  menghasilkan variabel random  $X$  negatif.



Gambar 2.10 Metode *Inverse-transform* untuk Variabel Random Kontinyu

Untuk menunjukkan pembalikan nilai  $X$  oleh algoritma di atas, yang disebut dengan metode *inverse-transform*, yang diduga berdistribusi  $F$ , maka peneliti harus menunjukkan bahwa untuk bilangan *real*  $x$ ,  $P(X \leq x) = F(x)$ , selama  $F$  dapat diinversi, maka

$$P(X \leq x) = P(F^{-1}(U) \leq x) = P(U \leq F(x)) = F(x) \quad (2.4)$$

dimana persamaan 2.4 mengikuti prinsip  $U \sim U(0,1)$  dan  $0 \leq F(x) \leq 1$  (Law dan Kelton, 2000:440).

## 2.20 Gantt Chart

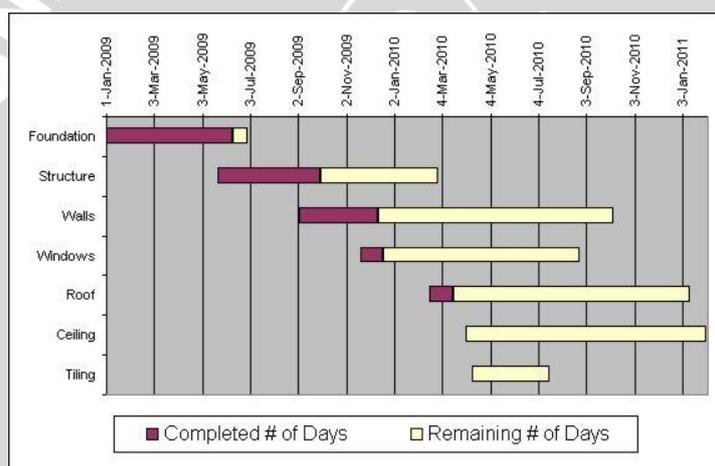
*Gantt chart* merupakan teknik perencanaan mengenai skala waktu proyek menggunakan bagan balok (Gitosudarmo, 2000:83). *Gantt chart* ditemukan oleh *Henry Gantt* pada tahun 1911 yang merupakan *tools* utama untuk merepresentasikan sebuah jadwal dengan gambar (Bulfin dan Sipper, 1997:388). Bagan ini digunakan secara luas selama bertahun-tahun sebagai saran pembantu perencanaan yang sangat berharga. Bukan hanya mudah dibuat dan ditafsirkan, tetapi juga mudah diterima oleh sejumlah besar syarat perencanaan yang beraneka ragam. Dalam kebanyakan pabrik, bagan ini biasanya digunakan dalam menggambarkan giliran tugas, pembebanan mesin, dan lain-lain. Menurut Baroto (2002:124), keuntungan yang didapat dari pemakaian metode ini adalah:

1. Sederhana, mudah dibuat, dan dipahami. Oleh karena itu, *ganttt chart* berfaedah sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan produksi.
2. Dapat menggambarkan jadwal (perencanaan) suatu kegiatan dan kenyataan kemajuan sesungguhnya pada saat pelaporan.
3. Bila digabungkan dengan metode lain dapat dipakai untuk perencanaan dan pengendalian produksi proyek yang lebih luas.

*Gantt chart* terdiri atas sumbu  $X$  yang menunjukkan waktu dan sumbu  $Y$  menunjukkan mesin, pekerjaan, atau tugas. Tugas-tugas itu dinyatakan sebagai balok dan panjang dari balok menyatakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas (Bulfin dan Sipper, 1997:388). Pada umumnya, dalam suatu pekerjaan terdapat beberapa tugas yang dapat dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan dan ada beberapa lainnya yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum tugas-tugas berikutnya dimulai. Oleh sebab itu, dalam *ganttt chart* yang menggambarkan suatu pekerjaan, beberapa balok dapat berjalan secara paralel atau saling tumpang tindih sesuai dengan jadwal waktunya dan ada beberapa balok yang berjalan secara seri atau sambung menyambung. Bagan ini disusun dengan tujuan utama mengidentifikasi unsur waktu dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri atas waktu mulai, waktu akhir, dan saat pelaporan.

Untuk bagan yang lebih rumit, sering kali digunakan balok dengan warna yang berbeda-beda untuk menunjukkan kegiatan dari berbagai departemen atau orang. Namun keefektifannya akan hilang apabila pewarnaannya terlalu berlebihan. Suatu bagan bertujuan untuk memberikan penyajian visual dari suatu rencana, sehingga harus dapat dipahami dengan mudah. Jika dalam melakukan penggambaran mempergunakan lebih dari enam warna yang berbeda, maka tekanan visual yang dimaksudkan untuk mempermudah justru akan kehilangan pengaruhnya dan menyebabkan metode ini menjadi sulit untuk dikuasai (Gitosudarmo, 2000:85).

Dalam melakukan penggambaran dengan menggunakan *ganttt chart*, maka perlu diketahui informasi mengenai waktu yang dibutuhkan oleh suatu proses produksi. Hal ini sangat penting untuk membuat suatu jadwal kerja tentang kapan suatu kegiatan harus dimulai dan kapan kegiatan yang lain dapat dimulai juga. Gambar 2.11 merupakan contoh bentuk *ganttt chart*.



Gambar 2.11 Contoh *Gantt Chart*

Pada gambar 2.11, elemen kerja yang harus diselesaikan berada pada sumbu Y sedangkan pada sumbu X menunjukkan waktu penyelesaian masing-masing elemen kerja. Misalnya pembuatan jendela (*windows*) akan dimulai setelah tanggal 2 November 2009 dan diselesaikan sebelum 3 September 2010. Proses pemasangan jendela yang telah dilakukan digambarkan pada balok yang berwarna ungu, sedangkan yang berwarna putih menunjukkan sisa waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pemasangan jendela.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian agar dalam proses penelitian dapat berjalan secara terstruktur, terarah, dan sistematis. Dalam metode penelitian ini dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dalam proses penelitian. Sehingga dalam bab ini akan dibahas mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, langkah-langkah pengolahan data dan rekomendasi perbaikannya.

### 3.1 Jenis Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif, dimana dalam penelitian ini akan menggambarkan secara detail mengenai gejala atau fenomena yang terdapat pada suatu masalah. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menuturkan pemecahan masalah yang ada berdasarkan data-data, jadi penelitian deskriptif juga menyajikan data, menganalisis dan menginterpretasikannya (Narbuko, 2004:44). Pencapaian tujuan dari penelitian ini yaitu dengan menggambarkan mekanisme sebuah proses dalam objek yang akan dilakukan penelitian.

### 3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sentra budidaya cacing tanah *Lumbricus Rubellus* CV. Rumah Alam Jaya (CV. RAJ) yang bertempat di Jalan S. Supriyadi Gg 9/13 B, RT 13 - RW 04, Kelurahan Sukun-Kecamatan Sukun, Jawa Timur, Indonesia. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada 7 Oktober 2015 – 17 Mei 2016.

### 3.3 Langkah Penelitian

Terdapat beberapa hal yang harus dilakukan agar dalam proses penelitian didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan pada penelitian, yaitu:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh kerangka teoritis dari masalah yang diteliti dan metode apa yang cocok digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sedang diteliti.

Metode yang digunakan adalah dengan mengkaji literatur di perpustakaan dengan membaca sumber-sumber data informasi yang berkaitan dengan pembahasan dalam penelitian ini. Selain itu data yang didapatkan juga berasal dari buku, jurnal, web resmi, dan studi terhadap penelitian terdahulu. Dengan adanya studi literatur ini akan diperoleh teori mengenai permasalahan yang akan dibahas.

## 2. Studi Lapangan

Dalam studi lapangan dilakukan beberapa metode, yaitu:

- a. *Observasi*, yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan melakukan pengamatan secara langsung pada keadaan yang sebenarnya dari obyek yang diteliti mengenai perencanaan dan pengendalian produksi di departemen pengejukan maupun pihak *top management*.
- b. *Interview*, yaitu metode mendapatkan data dengan mengajukan pertanyaan secara langsung pada pihak yang terkait ketika melakukan suatu kegiatan sehingga dapat memberikan informasi penjelasan mengenai masalah-masalah yang sedang diteliti.
- c. Diskusi, yaitu melakukan *sharing* dan tukar pikiran bersama karyawan yang memahami keseluruhan proses dengan baik untuk mendapatkan penjelasan mengenai perencanaan dan pengendalian produksi pengejukan cacing.
- d. Dokumentasi, yaitu metode pengumpulan data dengan menelusuri arsip maupun catatan yang ada pada CV. RAJ selama ini.

## 3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah didapatkan berdasarkan hasil studi lapangan yang telah dilakukan sebelumnya dengan tujuan untuk mencari penyebab-penyebab dari timbulnya suatu masalah.

## 4. Perumusan Masalah

Pada tahap perumusan masalah akan dilakukan perincian masalah yang nantinya akan dikaji berdasarkan tujuan dari penelitian ini, dimana studi pustaka akan digunakan sebagai landasan dalam perumusan masalah ini.

## 5. Penentuan Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan ini dimaksudkan agar peneliti dapat terfokus pada masalah yang nantinya akan diteliti, sehingga hasil yang didapatkan akan terarah dan dapat tersusun secara sistematis. Selain itu, tujuan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui parameter keberhasilan dari suatu penelitian.

## 6. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdapat beberapa data pendukung yang akan dibutuhkan, diantaranya:

Data Primer:

- a. Data waktu perebusan jus cacing CV. RAJ.
- b. Data waktu fermentasi pada tiap reaktor.

Data Sekunder:

- a. Profil sentra budidaya cacing tanah *Lumbricus Rubellus* CV. RAJ.
- b. Data penjualan jus cacing mulai Oktober 2015 – Januari 2016.
- c. Data jumlah target produksi.
- d. Data jumlah reaktor dan kapasitasnya.
- e. Data jumlah tangki penampungan dan kapasitasnya.
- f. Data mengenai tahapan produksi jus cacing.
- g. Data jumlah karyawan pada departemen pengejusan yang ada saat ini.

## 7. Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang akan digunakan yaitu data primer mengenai waktu perebusan dan fermentasi serta data sekunder mengenai kapasitas reaktor dan tangki penampungan yang sebelumnya sudah didapatkan. Setelah dilakukan pengolahan data nantinya akan dilakukan analisis sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi yang tepat untuk permasalahan yang sedang diteliti. Berikut merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap pengolahan data:

- a. Melakukan pendugaan distribusi.
- b. Menghitung probabilitas munculnya tiap waktu fermentasi dengan menghitung luas kurva.
- c. Menghitung *Cumulative Density Function* (cdf) untuk memenuhi syarat probabilitas yang berjumlah satu.
- d. Mengalikan jumlah reaktor yang akan digunakan dalam sekali pengejusan dengan cdf untuk mengubah nilai probabilitas menjadi jumlah kebutuhan reaktor.
- e. Membulatkan hasil perkalian jumlah reaktor dan cdf dengan pembulatan ke bawah menggunakan fungsi ROUNDDOWN.
- f. Hasil dari poin E akan digunakan sebagai *input* jadwal produksi dalam bentuk *gant chart* untuk melihat apakah dengan fasilitas produksi yang ada saat ini, dapat mencapai target atau tidak.
- g. Apabila target tercapai, maka dihitung utilitasnya. Namun apabila tidak tercapai maka

akan dibuat alternatif jadwal produksi dengan penambahan kompor atau reaktor sampai target produksi tercapai. Jadwal produksi yang dapat mencapai target akan dihitung biayanya dan dibandingkan dengan alternatif jadwal produksi yang lain.

#### 8. Analisis dan Pembahasan

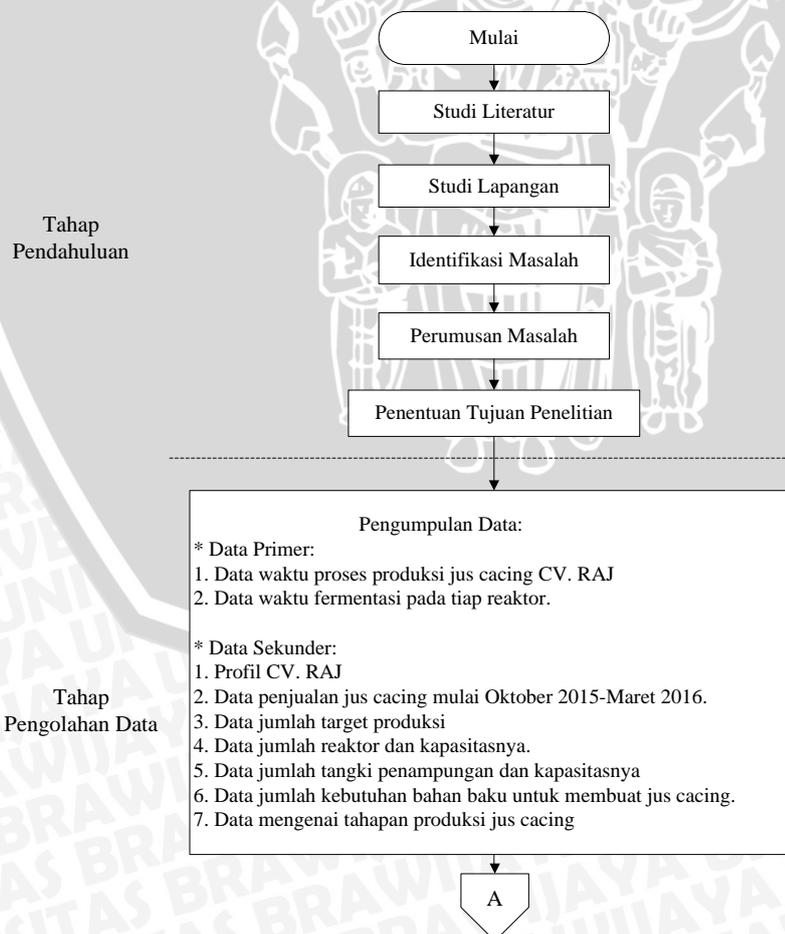
Dalam tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan terhadap alternatif-alternatif jadwal produksi yang ada dan membandingkan biaya dari setiap alternatif tersebut. Jadwal produksi yang akan direkomendasikan adalah jadwal yang dapat mencapai target produksi dengan biaya paling rendah.

#### 9. Kesimpulan dan Saran

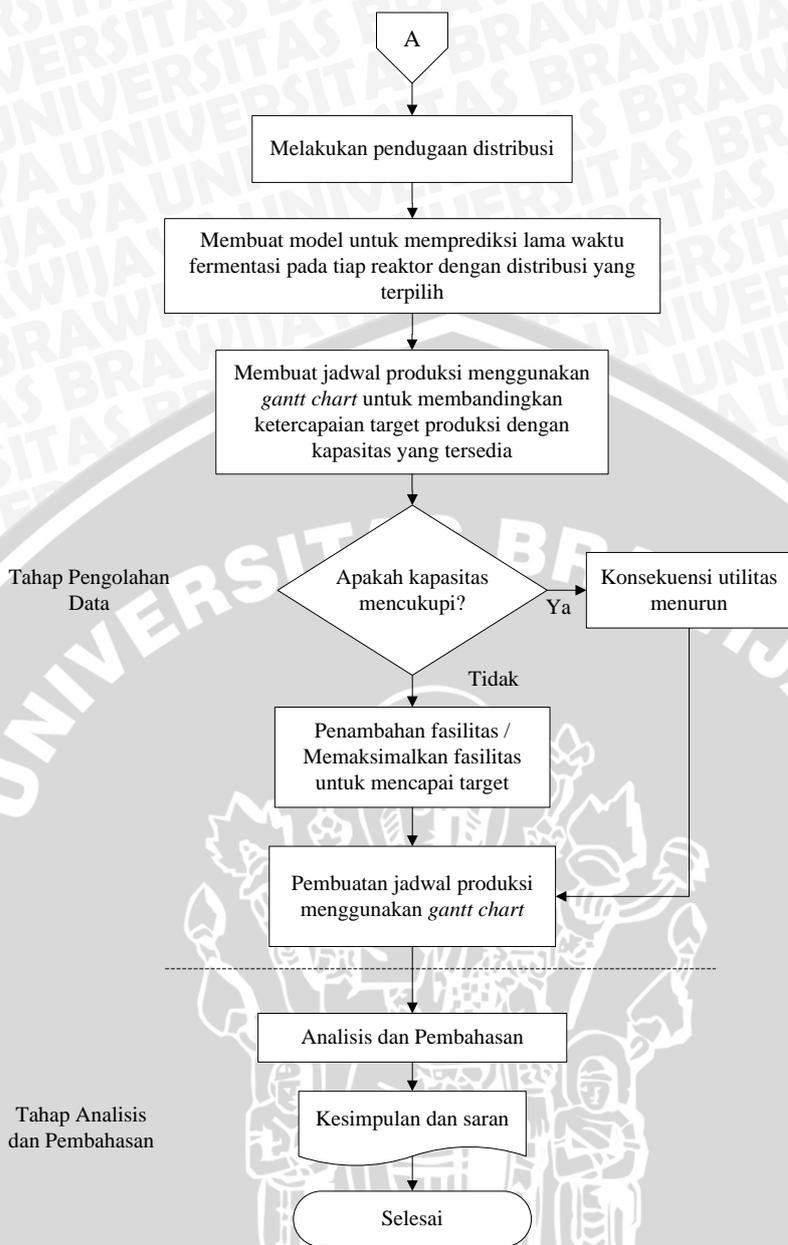
Kesimpulan didapatkan dari penyelesaian permasalahan yang telah dirumuskan dan dibahas dalam bab pengolahan data serta bab analisis dan pembahasan. Sedangkan saran yaitu berupa rekomendasi yang ditujukan kepada CV. RAJ berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 merupakan diagram alir pada proses penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada bab ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data, dan analisa pada masing-masing alternatif jadwal produksi.

### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer berupa waktu proses produksi dan lamanya proses fermentasi jus cacing dalam bentuk hari. Data sekunder berupa gambaran umum dan sejarah CV. RAJ, struktur organisasi, gambaran produk, arah bisnis CV. RAJ, data penjualan jus cacing, dan data jumlah target produksi jus cacing di CV. RAJ.

#### 4.1.1 Gambaran Umum dan Sejarah CV. RAJ Organik

CV. Rumah Alam Jaya Organik atau yang biasa disebut CV. RAJ merupakan sebuah tempat usaha budidaya cacing yang berdiri pada tanggal 10 Januari 2011 dan baru disahkan secara resmi pada tanggal 25 Maret 2014. CV. RAJ berlokasi di Jl. S Supriyadi Gang 9 No. 13 B RT 13 RW 04, Kota Malang. Awalnya, pemilik CV. RAJ, yaitu Abdul Azis Adam Maulida, ST memiliki usaha budidaya belut. Namun terdapat beberapa kendala dalam membudidayakan belut, seperti perawatan yang sulit sehingga menyebabkan banyak belut mati. Setelah semua belutnya mati, yang tersisa hanyalah cacing yang digunakan sebagai makanan belut. Tanpa perawatan apa pun, cacing tersebut masih dapat berkembang biak, sehingga dari permasalahan tersebut muncul ide untuk menekuni usaha budidaya cacing.

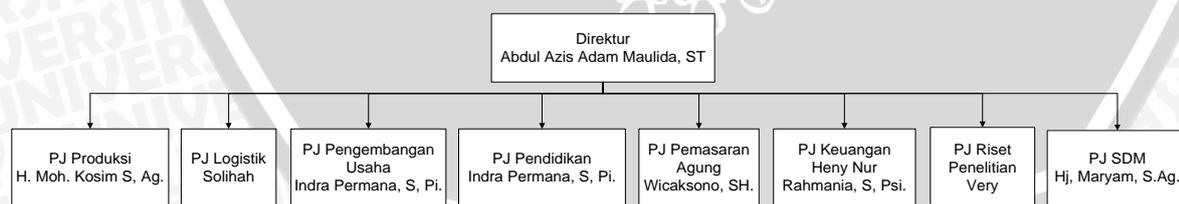
Jenis cacing yang dibudidayakan adalah cacing *Lumbricus rubellus* atau yang biasa disebut dengan cacing eropa. Luas area yang digunakan untuk perkembangbiakan cacing adalah 1000 m<sup>2</sup>. Namun, karena semakin banyaknya permintaan dan membutuhkan area tambahan untuk perkembangbiakan cacing, CV. RAJ melakukan penjangkaran masyarakat yang ingin mendaftarkan diri untuk menjadi pembudidaya cacing yang disebut sebagai anggota kemitraan. Jumlah anggota yang tercatat mendaftarkan diri saat ini sebanyak 8400 orang dan anggota yang aktif mengirimkan cacing hasil budidayanya hanya di bawah 50% dari total keseluruhan. Para anggota diwajibkan menyetorkan cacing hasil budidayanya melalui ketua kelompok di tiap daerah pada jadwal yang sudah ditentukan. Namun

seringkali anggota tersebut tidak mematuhi jadwal penyetoran cacing ke CV. RAJ sehingga CV. RAJ harus melakukan negosiasi ulang dengan *customer*-nya karena keterlambatan penyetoran cacing. Untuk mengantisipasi keterlambatan setoran cacing dari anggota, CV. RAJ akhirnya membangun media budidaya cacing baru sehingga kapasitas yang ada saat ini yaitu 16 ton per bulan.

Banyaknya kapasitas cacing tersebut menimbulkan masalah lain, yaitu fluktuatifnya jumlah cacing yang ada di dalam media. Cacing berkembang biak dengan sangat cepat terutama apabila cuaca sedang hujan. Hal tersebut menyebabkan cacing yang ada di dalam tanah menjadi terlalu banyak dan kekurangan oksigen sehingga banyak cacing yang mati. Pada kasus lain, cacing di dalam tanah terkadang terlihat sangat banyak dan cukup untuk memenuhi suatu permintaan. Namun setelah ditimbang ternyata jumlahnya kurang dan lagi-lagi CV. RAJ harus melakukan negosiasi dengan *customer* atau terpaksa harus membeli cacing dari peternak lain. Adanya permasalahan tersebut membuat bagian pengembangan usaha menciptakan sebuah inovasi dengan membuat jus cacing yang memiliki fungsi sama, yaitu untuk pakan ternak dan pupuk tanaman. Jus cacing juga lebih praktis dalam penggunaannya karena sudah berbentuk cairan dan para peternak tidak perlu mengejus cacing tersebut terlebih dahulu sebelum diberikan kepada hewan ternaknya. Selain itu, us cacing juga tahan lama sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama.

#### 4.1.2 Struktur Organisasi CV. RAJ Organik

Pada suatu perusahaan, untuk mencapai tujuan maka perlu dilakukan kerja sama antar pihak yang terlibat di dalamnya. Masing-masing pihak harus memiliki tanggung jawab masing-masing, sehingga dibutuhkan suatu struktur organisasi. Gambar 4.1 merupakan struktur organisasi CV. RAJ



Gambar 4.1 Struktur Organisasi CV Rumah Alam Jaya Organik

Pada struktur organisasi di atas, CV. RAJ dipimpin oleh Abdul Azis Adam Maulida, ST yang memiliki tugas sebagai direktur dan penanggung jawab umum. Beliau memiliki wewenang untuk memberikan keputusan atas keseluruhan kegiatan yang ada di CV. RAJ, mengoordinir seluruh penanggung jawab, mengontrol segala aktivitas yang ada di perusahaan, dan bertanggung jawab atas keberlangsungan perusahaan.

Penanggung jawab produksi memiliki tugas untuk mengatur dan mengontrol seluruh kegiatan yang ada di rantai produksi, memenuhi keinginan pasar, menentukan standar kualitas bahan baku, mengawasi proses produksi, dan bertanggung jawab atas pemeliharaan peralatan produksi.

Penanggung jawab logistik memiliki tugas untuk mengatur arus keluar masuknya bahan baku dan barang lain di gudang, bertanggung jawab atas pemeliharaan gudang, dan mengontrol jumlah bahan baku yang ada di gudang. Gudang yang dimiliki oleh CV. RAJ saat ini sebanyak 2 gudang dengan masing-masing kapasitas 6 ton dan 10 ton cacing.

Penanggung jawab pengembangan usaha memiliki tugas menentukan bahan baku yang akan digunakan, menentukan pasar mana yang akan dibidik, merencanakan dan menjalankan rencana bisnis dari peluang-peluang bisnis yang baru ditemukan, menjaga hubungan dengan para mitra dan pihak-pihak terkait yang berhubungan dengan pengembangan usaha, mengidentifikasi dan menguji peluang bisnis baru, mengelola, menjalankan, dan mengembangkan kerjasama bisnis yang sudah terjalin. Penanggung jawab pendidikan memiliki tugas menentukan jadwal Direktur dalam memberikan pelatihan di luar dan menyiapkan materi untuk memberikan pelatihan diluar.

Penanggung jawab pemasaran memiliki tugas untuk menjalankan kegiatan pemasaran, melakukan perencanaan strategi pemasaran, mengidentifikasi, meramalkan, dan menganalisis peluang pasar, mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, mengembangkan jaringan pemasaran, dan bertanggung jawab atas perolehan hasil penjualan.

Penanggung jawab keuangan memiliki tugas menyusun, menyiapkan, dan menafsirkan laporan anggaran dan laporan keuangan, mengontrol aliran kas, mengambil keputusan mengenai investasi dan berbagai pembiayaan.

Penanggung jawab riset atau penelitian memiliki tugas untuk meneliti kebutuhan untuk produk tertentu, melakukan riset terhadap pengembangan produk tersebut, mengatur dan mengoordinir kegiatan penelitian produk.

Penanggung jawab sumber daya manusia memiliki tugas untuk mengoordinir dan mengawasi pekerjaan para pegawai, melakukan evaluasi kinerja pegawai, mengatur penempatan atau posisi pegawai beserta tugasnya, dan mengidentifikasi departemen manakah yang memerlukan pegawai tambahan.

#### **4.1.3 Produk dan Arah Bisnis CV. RAJ**

Produk yang dihasilkan oleh CV. RAJ saat ini adalah cacing, jus cacing, dan bekas cacing (kascing). Cacing biasanya dipesan untuk pakan udang, probiotik, kapsul herbal,

dan lain lain. Jus cacing digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pelet ikan dan pakan unggas, bahan campuran untuk pakan ikan sidat yang merupakan bahan utama makanan khas Jepang, yaitu Sushi, bahan campuran untuk pakan ikan koi, pakan bebek, ayam, sapi, dan pupuk untuk tanaman. Sedangkan produk kascing yang berasal dari sisa-sisa media budidaya cacing digunakan untuk pembuatan pupuk bokashi. Kelebihan jus cacing sebagai pupuk dibandingkan dengan pupuk bokashi yaitu jus cacing lebih praktis karena hanya perlu disiramkan langsung ke tanaman.



Gambar 4.2 Jus Cacing dan Kapsul Cacing

Saat ini, produk jus cacing menjadi produk unggulan yang dihasilkan oleh CV. RAJ karena merupakan satu-satunya inovasi dari cacing yang pertama ada di Indonesia dalam bentuk cair. Jus cacing dijual dalam bentuk kemasan 1 liter seperti pada gambar 4.2 dan dapat dijual dalam jumlah yang lebih banyak di dalam jeriken 25 liter, 35 liter, dan 50 liter sesuai permintaan pelanggan seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Jeriken 35 liter, 25 liter, dan 50 liter

Ada pun beberapa kelebihan produk jus cacing sebagai berikut:

1. Masa kadaluarsa yang lama yaitu satu tahun, sehingga jus cacing bisa disimpan dalam

waktu yang lam. Berbeda dengan cacing yang tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama karena harus dipanen atau terus dilakukan perawatan seperti pemberian makanan selama cacing masih berada di dalam media agar tidak mati.

2. Semakin lama jus cacing disimpan, bakteri baik dalam jus cacing semakin berkembang dan dapat membunuh bakteri-bakteri buruk yang ada di dalamnya. Hal itulah yang menyebabkan kadar protein di dalam jus cacing lebih tinggi dibandingkan cacing.
3. Jus cacing dapat dikirim ke luar kota, tidak seperti cacing yang biasanya mengalami kematian ketika pengiriman jarak jauh. Inovasi dari produk ini memungkinkan CV. RAJ untuk mendistribusikan produknya tidak hanya di Kota Malang maupun area Jawa Timur, namun juga bisa mendistribusikan produknya ke area Pulau Jawa bahkan ke luar pulau karena tidak ada kendala kematian cacing di tengah perjalanan. Produk ini juga diharapkan dapat membuat CV. RAJ menjadi industri jus cacing pertama dan ternama di Indonesia.
4. Kadar protein tinggi yang ada di dalam jus cacing dapat mempercepat pertumbuhan hewan ternak. Misalnya untuk ikan sidat yang umumnya perlu waktu 8 bulan untuk panen, dengan pemberian jus cacing sebagai campuran pakannya, ikan sidat sudah bisa dipanen pada umur 6 bulan bahkan dengan ukuran yang lebih besar. Berdasarkan wawancara dengan operator pengejusan, tren ikan sidat yang dicari restoran-restoran masakan Jepang saat ini adalah ukuran kepala yang kecil dengan badan yang gemuk sehingga dagingnya lebih banyak.
5. Permintaan jus cacing dapat diprediksi dan perencanaan produksinya dapat dijadwalkan karena produk yang dihasilkan bukan berupa benda hidup seperti cacing. Produk jus cacing dapat dipastikan jumlah produksinya, sedangkan cacing tidak dapat diprediksi karena faktor perkembangbiakan yang dialami.

Sejak adanya terobosan produk baru berupa jus cacing, CV. RAJ melihat adanya peluang bagus untuk produk ini dan akhirnya CV. RAJ memutuskan untuk mengubah arah bisnisnya, dari budidaya cacing menjadi industri jus cacing pertama di Indonesia. Jus cacing dipasarkan melalui kerja sama dengan beberapa perusahaan dan komunitas peternak, misalnya peternak udang, peternak unggas, peternak sapi, dan lainnya. Rencana pengembangan pasar yang ingin dicapai CV. RAJ adalah peternak ikan air tawar, produksi tepung cacing untuk farmasi dan kosmetik, produksi suplemen pakan untuk peternakan, dan produksi pupuk cair untuk pertanian organik.

#### 4.1.4 Data Permintaan Jus Cacing

Jus cacing pertama kali diproduksi bulan Oktober 2015 dengan jumlah 1250 liter atau sebanyak 10 reaktor (satu reaktor menghasilkan 125 liter jus). Jus cacing yang diproduksi pertama kali dikenalkan pada anggota kemitraannya pada bulan berikutnya karena pada saat itu jus benar-benar selesai dikemas dalam botol 1 liter pada bulan November 2015. Setelah mengenalkan produk jus cacing beserta keunggulannya, permintaan mulai muncul, termasuk adanya kontrak dengan PT. Chiel Jedang (PT. CJ) untuk campuran pelet ikan dan pakan unggas sebesar 240 liter setiap bulan yang dapat dilihat pada tabel 1.1.

Melihat adanya respon yang bagus dari pasar, CV. RAJ memutuskan untuk memproduksi lagi pada akhir bulan November yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan bulan Desember 2015. Jumlah yang diproduksi sebanyak 3375 liter atau 27 reaktor. Namun, pada bulan Januari 2016 CV. RAJ tidak dapat memproduksi lagi karena kurangnya modal, sehingga pada bulan itu CV. RAJ fokus untuk mencari investor. Banyak permintaan yang tidak dapat terpenuhi pada bulan Januari 2016, yaitu sebanyak 3500 liter. Sedangkan permintaan PT. CJ sebanyak 240 liter dapat terpenuhi karena merupakan jus yang sengaja disimpan dari bulan Desember 2015.

Produksi mulai dilakukan lagi pada bulan Februari 2016 dengan jumlah yang sama yaitu 3375 liter atau sebanyak 27 reaktor. Dua puluh tujuh reaktor tersebut adalah jumlah reaktor yang dimiliki CV. RAJ saat ini. Hasil produksi bulan Februari yang selesai lebih dulu langsung dikemas untuk memenuhi permintaan PT. CJ. Jus cacing yang lainnya selesai dikemas di awal bulan Maret 2016 dan digunakan untuk memenuhi permintaan bulan sebelumnya yang sempat ditolak.

#### 4.1.5 Target Produksi Jus Cacing

Berdasarkan hasil negosiasi dari pihak CV. RAJ dan pembeli jus cacing, permintaan yang pernah tertolak sebelumnya akan dipenuhi pada bulan September, Oktober dan November 2016 ketika pembibitan hewan ternak pada siklus berikutnya. Target produksi jus cacing CV. RAJ dirangkum pada tabel 4.1 yang berjumlah 13.240 liter per bulan untuk September-November 2016. Angka tanpa tanda bintang menunjukkan permintaan yang sudah pasti yang telah dilakukan sebelumnya. Angka dengan satu tanda bintang (\*) menunjukkan bahwa belum ada permintaan di daerah tersebut, namun beberapa orang sudah mulai tertarik, hanya saja masih ragu untuk menggunakan jus cacing, sehingga CV. RAJ menjual jusnya dengan harga diskon dan memberikan bonus berupa jus yang gratis kepada beberapa pihak.

Tabel 4.1 Target Produksi Jus Cacing

Kota	September	Oktober	November
	Budidaya Ikan (Sidat dan Koi)	Tambak Udang	Peternak Bebek
Banyuwangi	1000	2000*	
Batu	500		1000
Blitar	1500**		2000*
Gresik		2000	
Jember			2000
Kediri			2500*
Lamongan	1000**	1000**	
Lumajang			
Madiun			1000**
Malang	2500*	1000	2000**
Nganjuk			1000*
Pasuruan		1000*	
Ponorogo			
Probolinggo			1500
Sidoarjo	1000	5000*	
Surabaya	5000*	1000	
Trenggalek			
Tulungagung	500		
Jumlah	13000	13000	13000
PT. CJ	240	240	240
<b>Target Produksi</b>	<b>13.240 liter</b>	<b>13.240 liter</b>	<b>13.240 liter</b>

\*) Produk dijual diskon dan diberikan secara gratis

\*\*\*) Memenuhi permintaan yang pernah ditolak sebelumnya. Jumlah yang lebih digunakan untuk promosi dengan dibagikan gratis dan dititipkan di toko dengan harga diskon

Sebagai contoh untuk petambak udang di Banyuwangi yang tertulis 2000\*. Ada 2 petambak udang di Banyuwangi yang tertarik menggunakan jus cacing untuk pembibitan udangnya, namun mereka masih ragu untuk menggunakan jus cacing sebagai pakan udangnya. Setelah dilakukan negoisasi, akhirnya muncul kesepakatan untuk menjual produk tersebut dengan potongan harga sebesar 50%. Kedua petambak tersebut masing-masing memesan 500 liter jus. Kelebihan jus yang totalnya 1000 liter diberikan gratis kepada 5 petambak udang lain yang mulai tertarik dengan jus cacing sejumlah 100 liter. Sedangkan 500 liter lainnya dititipkan ke beberapa toko pakan ternak dengan potongan harga 30%. Hal yang sama juga terjadi pada daerah-daerah dengan tanda satu bintang (\*) seperti tambak udang Sidoarjo dan ikan sidat Surabaya.

Angka dengan dua tanda bintang (\*\*\*) menunjukkan bahwa di daerah tersebut pernah melakukan pemesanan jus cacing pada bulan sebelumnya namun tidak dapat terpenuhi

karena jus belum *ready*. Sebagai contoh untuk peternak bebek di Malang yang tertulis 2000\*\* pada tabel 4.1. Sebelumnya peternak ini pernah melakukan pemesanan pada bulan Januari 2016 sebesar 1000 liter. Karena keterbatasan jumlah jus, peternak ini bersedia menunda pembeliannya hingga November 2016 ketika mulai siklus pembibitan bebek yang berikutnya. Sisa jumlah jus sebanyak 1000 liter akan didistribusikan ke area Malang dan diberikan secara gratis kepada 5 peternak bebek yang mulai tertarik sejumlah 100 liter untuk masing-masing orang, 500 liter lainnya dititipkan ke toko pakan ternak dengan potongan harga 30%. Hal yang sama juga terjadi pada daerah-daerah dengan dua tanda bintang (\*\*) seperti peternak ikan sidat di Lamongan yang pernah memesan pada Januari 2016.

Jus yang telah dipesan diambil langsung oleh pemesan ketika jadwal penyeteroran cacing. Jumlah yang dapat diangkut maksimal adalah 1000 liter karena keterbatasan kendaraan yang digunakan. Apabila jumlah yang dipesan lebih dari 1000 liter, maka CV. RAJ yang mengirimkan jus tersebut ke tempat pembeli. Misalnya untuk petambak udang di Gresik yang memesan jus sejumlah 2000 liter, maka 1000 liter sisanya akan dikirimkan oleh CV. RAJ ke Gresik. Tabel 4.2 menunjukkan jadwal penyeteroran cacing masing-masing kota di Jawa Timur.

Tabel 4.2 Jadwal Penyeteroran Cacing di Jawa Timur

Tanggal	Jadwal Setor
23	Batu, Malang, Pasuruan, Probolinggo, Surabaya, dan Sidoarjo
24	Blitar, Kediri, Mojokerto, Jombang, Lumajang, dan Ponorogo
25	Tulungagung, Trenggalek, Gresik, Lamongan, dan Jember
26	Bondowoso, Pacitan, Tuban, Madiun, dan Magetan
27	Nganjuk, Ngawi, Bojonegoro, Banyuwangi, dan Situbondo

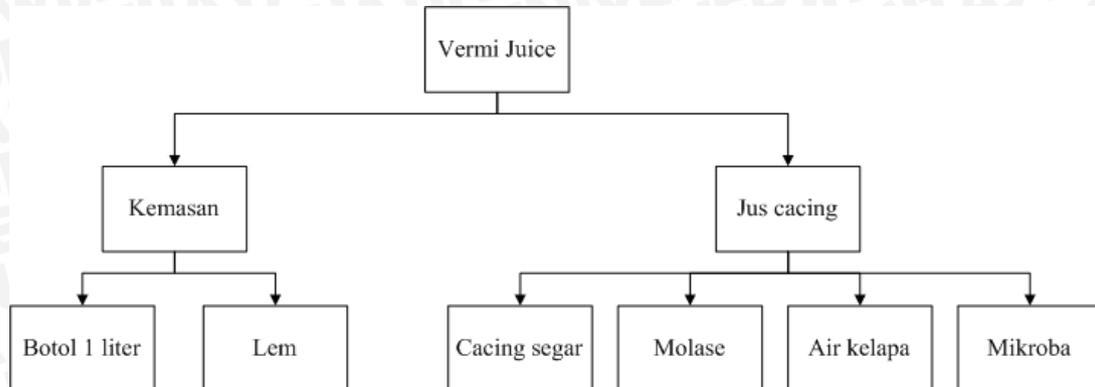
Tanggal pengiriman jus cacing ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jadwal Pengiriman Jus Cacing

Bulan	Tanggal	Tujuan	Keterangan	Jumlah (liter)
September 2016	25	Lamongan	Budidaya ikan sidat dan koi	1000
	27	PT. CJ		240
	29	Surabaya		4000
Oktober 2016	25	Sidoarjo	Tambak udang	4000
	27	Gresik		1000
	29	PT. CJ		240
November 2016	25	Banyuwangi	Peternak bebek	1000
		Blitar		1000
		Kediri		1500
November 2016	27	PT. CJ	Peternak bebek	240
	29	Jember		1000

#### 4.1.6 Bill of Material Tree

*Bill of Material Tree* atau yang biasa disebut BOM Tree merupakan bagan yang menggambarkan penyusun suatu produk dari level terendah sampai level paling tinggi. Gambar 4.4 menunjukkan BOM Tree produk jus cacing.

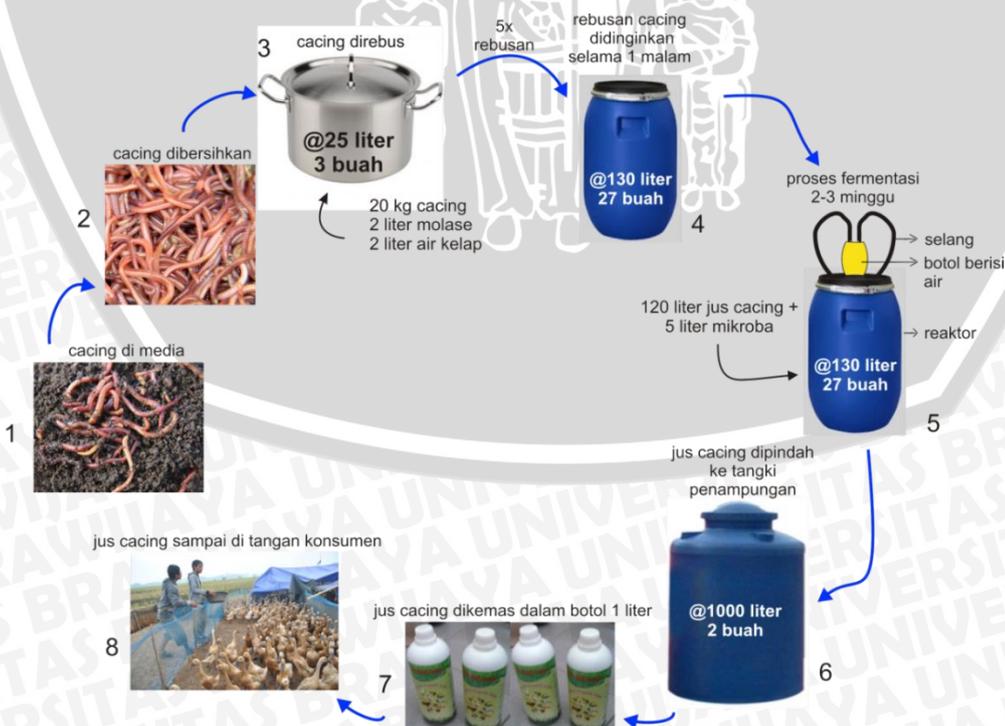


Gambar 4.4 BOM Tree Jus Cacing

Terdapat dua komponen penyusun *vermis juice*, yaitu jus cacing yang terbuat dari cacing, molase, air kelapa, mikroba dan kemasan yang terdiri dari botol dan lem.

#### 4.1.7 Proses Produksi Jus Cacing

Proses produksi jus cacing telah disinggung sedikit pada bab 1 bagian latar belakang. Penjelasan lebih detail mengenai proses produksi akan diulas pada sub bab ini. Gambar 4.5 merupakan proses produksi yang akan mempermudah pemahaman mengenai tahapan-tahapan pembuatan jus cacing.



Gambar 4.5 Proses Produksi Jus Cacing CV. RAJ

Ada delapan tahap yang dilakukan untuk menghasilkan produk jus cacing, yaitu:

1. Pemindahan cacing dari media dan pencucian cacing
2. Cacing direbus dalam panci dengan kapasitas 25 liter. Satu siklus perebusan cacing membutuhkan 20 kg cacing, 2 liter molase, dan 2 liter air kelapa, sehingga sekali perebusan menghasilkan 24 liter rebusan cacing. Waktu yang dibutuhkan untuk merebus cacing dari mulai pemindahan cacing ke panci hingga selesai direbus adalah 30 menit. Terdapat 3 buah panci yang dapat digunakan untuk merebus cacing tersebut. Untuk membuat 1 reaktor jus cacing diperlukan 5 kali perebusan, sehingga setiap kali selesai merebus, jus langsung dituang ke dalam tong plastik berwarna biru (disebut reaktor) sampai jumlah jus yang ada di dalam reaktor sebanyak 120 liter. Terdapat 27 reaktor dengan kapasitas 130 liter seperti pada gambar 4.5 tahap 4. Selanjutnya, panci yang kosong dapat digunakan untuk perebusan selanjutnya.
3. Hasil 5 kali rebusan cacing yang sudah dipindah ke dalam reaktor didinginkan selama 1 malam. Rebusan cacing tidak boleh langsung difermentasi dalam keadaan terlalu panas karena dapat menyebabkan ledakan. Rebusan cacing juga tidak boleh didinginkan terlalu lama tanpa penambahan mikroba karena akan membuat jus cacing busuk dan rusak sehingga harus dibuang dan tidak bisa dilanjutkan ke proses berikutnya.
4. Reaktor berisi rebusan cacing yang sudah didinginkan selama satu malam kemudian ditambahkan 5 liter mikroba. Jumlah jus sekarang sebanyak 125 liter karena penambahan mikroba tadi. Dengan menambahkan mikroba, berarti proses fermentasi sudah dimulai. Selanjutnya, tutup reaktor yang sudah dilubangi dan dipasang selang, dimasukkan ke dalam botol berisi air untuk mengeluarkan karbondioksida hasil fermentasi. Karbondioksida hasil fermentasi keluar dalam bentuk gelembung-gelembung udara di dalam botol berisi air. Gelembung-gelembung udara tersebut akan terus muncul di air selama 2-4 minggu. Apabila gelembung tersebut sudah tidak keluar lagi, artinya proses fermentasi telah selesai dan jus bisa dipindahkan ke tangki penampungan kemudian dikemas. Gambar 4.5 tahap 5 menunjukkan ilustrasi berupa botol berwarna kuning, botol itulah yang diisi air untuk mengeluarkan karbondioksida. Gambar 4.6 merupakan dokumentasi yang diambil langsung di CV. RAJ. Tabel 4.4 menunjukkan jumlah fasilitas produksi yang ada saat ini di CV. RAJ

Tabel 4.4 Jumlah Fasilitas Produksi di CV. RAJ

Nama Barang	Jumlah
Kompur dan panci	3
Reaktor	27
Tangki penampungan	2



Gambar 4.6 Reaktor yang Sudah Dipasang Selang dan Botol Berisi Air

- Sebelum jus cacing dipindah ke tangki penampungan, perlu dilakukan penyaringan secara manual oleh operator karena sisa media berupa serbuk kayu atau tanah biasanya mengambang di permukaan jus. Penyaringan tidak memakan waktu lama, sekitar 3 menit.
- Jus cacing yang sudah disaring dipindahkan ke dalam tangki penampungan berkapasitas 1000 liter. Tujuan pemindahan jus cacing dari reaktor ke tangki penampungan adalah, agar reaktor tersebut dapat digunakan bergantian untuk proses fermentasi berikutnya. Terdapat 2 tangki penampungan yang dimiliki oleh CV. RAJ.
- Proses berikutnya adalah pengemasan jus cacing ke dalam botol 1 liter atau jeringan berukuran 25, 35, atau 50 liter tergantung pesanan pelanggan. Botol berukuran 1 liter kemudian dikemas lagi ke dalam kardus dengan jumlah 12 botol per kardus. Pengemasan dapat dilakukan sewaktu-waktu tergantung jumlah permintaan yang ada sehingga pengemasan tidak harus menunggu sampai tangki penampungan penuh terlebih dahulu.
- Setelah selesai dikemas, jus cacing dikirimkan ke pelanggan atau diambil sendiri oleh pelanggan. Waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses dirangkum dalam tabel 4.5

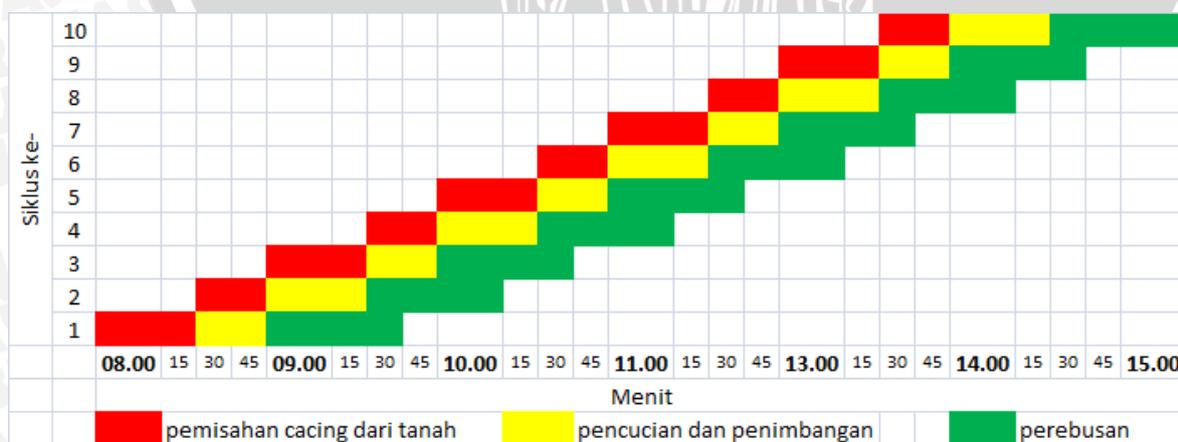
Tabel 4.5 Data Waktu Proses Produksi Jus Cacing

Aktivitas	Waktu
1. Pемindahan cacing dari media	15 menit @20 kg
2. Pencucian dan penimbangan cacing	15 menit @20 kg
3. Perebusan cacing	30 menit
4. Pendinginan rebusan jus cacing	1 malam
5. Fermentasi	2-3 minggu
6. Pемindahan jus cacing ke tangki penampungan	15 menit @reaktor
7. Pengemasan jus cacing	Tergantung ukuran kemasan
Botol 1 liter	15 menit @kardus
Jeriken 25 liter	5 menit @jeriken
Jeriken 35 liter	8 menit @jeriken
Jeriken 50 liter	10 menit @jeriken
Jeriken 100 liter	20 menit @jeriken

#### 4.1.8 Hari Kerja CV. Rumah Alam Jaya

CV. RAJ beroperasi pada hari Senin-Jumat dari pukul 08.00-15.00 WIB dengan waktu istirahat 1 jam yaitu pukul 12.00-13.00. Hari kerja tersebut berlaku untuk karyawan kantor dan pembudidaya cacing. Bagi karyawan pengejusan, hari kerjanya Senin-Sabtu dengan jam kerja yang sama yaitu pukul 08.00-15.00 dan istirahat pukul 12.00-13.00.

Perebusan jus dilakukan pada hari Senin-Sabtu. Hari Minggu dan tanggal merah tidak ada perebusan jus, namun fermentasi tetap harus dilakukan apabila perlu, karena prosesnya hanya memasukkan mikroba ke dalam reaktor yang berisi rebusan jus yang sudah didinginkan semalam. Apabila rebusan jus didinginkan lebih dari satu malam, maka rebusan jus akan busuk dan rusak sehingga pada hari Minggu harus tetap ada karyawan yang bertugas untuk memasukkan mikroba ke dalam reaktor. Dengan jumlah 6 jam kerja dengan waktu produksi yang telah ditampilkan pada tabel 4.5, perebusan jus dapat dilakukan maksimal 10 kali dalam sehari seperti ditampilkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Ilustrasi Jumlah Siklus Perebusan Cacing Berdasarkan Jam Kerja

Area yang berwarna merah menunjukkan aktivitas pemindahan cacing dari media yang membutuhkan waktu 15 menit. Area yang berwarna kuning menunjukkan aktivitas

pencucian dan penimbangan cacing yang membutuhkan waktu 15 menit, sedangkan area yang berwarna hijau menunjukkan aktivitas perebusan cacing yang membutuhkan waktu 30 menit.

Kalender produksi jus cacing pada CV. RAJ mulai Agustus-November 2016 adalah sebagai berikut.

AGUSTUS							SEPTEMBER						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
	1	2	3	4	5	6					1	2	3
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30	
26 hari kerja							25 hari kerja						

OKTOBER							NOVEMBER						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
						1			1	2	3	4	5
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26
23/30	24/31	25	26	27	28	29	27	28	29	30			
26 hari kerja							26 hari kerja						

Gambar 4.8 Kalender Produksi Jus Cacing CV. RAJ

- Agustus 2016 : 26 hari kerja
- September 2016 : 25 hari kerja
- Oktober 2016 : 26 hari kerja
- November 2016 : 26 hari kerja

Dengan target produksi sebesar 13.240 liter, maka jumlah yang harus diproduksi setiap harinya minimal 500 liter atau 104 reaktor dan ditambah 2 reaktor sehingga jumlah yang diproduksi sebanyak 106 reaktor per bulan atau 13.250 liter.

#### 4.1.9 Data Waktu Fermentasi

Proses fermentasi jus cacing membutuhkan waktu 2-4 minggu. Fermentasi dikatakan telah selesai apabila air di dalam botol tidak mengeluarkan gelembung lagi. Tabel 4.6 merupakan data lama waktu fermentasi pada tiap reaktor pada bulan Oktober, November, dan Februari.

Tabel 4.6 Data Waktu Fermentasi Jus Cacing

Kode	Mulai Fermentasi	Selesai Fermentasi	Durasi	Kode	Mulai Fermentasi	Selesai Fermentasi	Durasi
Oktober 2015							
CJ 01	7-10-2015	26-10-2015	19	CJ 06	10-10-2015	3-11-2015	24
CJ 02	8-10-2015	25-10-2015	17	CJ 07	15-10-2015	3-11-2015	19
CJ 03	9-10-2015	2-11-2015	24	CJ 08	15-10-2015	2-11-2015	18
CJ 04	10-10-2015	31-10-2015	21	CJ 09	17-10-2015	1-11-2015	15
CJ 05	10-10-2015	2-11-2015	23	CJ 10	20-10-2015	14-11-2015	25
November 2015				Februari 2016			
CJ 02	3-11-2015	26-11-2015	23	CJ 14	1-11-2015	25-02-2016	24
CJ 01	3-11-2015	27-11-2015	24	CJ 02	2-11-2015	26-02-2016	24
CJ 05	5-11-2015	24-11-2015	19	CJ 03	2-11-2015	24-02-2016	22
CJ 04	5-11-2015	26-11-2015	21	CJ 05	3-11-2015	24-02-2016	21
CJ 08	6-11-2015	1-12-2015	25	CJ 04	3-11-2015	22-02-2016	19
CJ 09	9-11-2015	3-12-2015	24	CJ 01	4-11-2015	2-03-2016	27
CJ 03	9-11-2015	2-12-2015	23	CJ 06	6-11-2015	2-03-2016	25
CJ 06	9-11-2015	1-12-2015	22	CJ 07	6-11-2015	26-02-2016	20
CJ 07	10-11-2015	28-11-2015	14	CJ 12	6-11-2015	23-02-2016	17
CJ 12	10-11-2015	29-11-2015	19	CJ 13	8-11-2015	2-03-2016	23
CJ 14	11-11-2015	7-12-2015	26	CJ 08	8-11-2015	29-02-2016	21
CJ 18	12-11-2015	2-12-2015	20	CJ 18	8-11-2015	22-02-2016	14
CJ 13	17-11-2015	8-12-2015	21	CJ 23	19-11-2015	8-03-2016	18
CJ 10	18-11-2015	12-12-2015	24	CJ 09	19-11-2015	9-03-2016	19
CJ 11	18-11-2015	10-12-2015	22	CJ 16	19-11-2015	7-03-2016	17
CJ 17	20-11-2015	8-12-2015	18	CJ 24	19-11-2015	14-03-2016	24
CJ 19	20-11-2015	10-12-2015	20	CJ 17	20-11-2015	15-03-2016	24
CJ 23	20-11-2015	9-12-2015	19	CJ 19	20-11-2015	14-03-2016	23
CJ 15	23-11-2015	15-12-2015	22	CJ 11	22-11-2015	13-03-2016	20
CJ 20	23-11-2015	16-12-2015	23	CJ 22	22-11-2015	15-03-2016	22
CJ 16	23-11-2015	14-12-2015	21	CJ 10	25-11-2015	15-03-2016	19
CJ 22	26-11-2015	16-12-2015	20	CJ 20	25-11-2015	14-03-2016	18
CJ 24	26-11-2015	16-12-2015	20	CJ 15	25-11-2015	20-03-2016	24
CJ 21	27-11-2015	24-12-2015	27	CJ 21	26-11-2015	19-03-2016	22
CJ 25	27-11-2015	24-12-2015	27	CJ 26	26-11-2015	22-03-2016	25
CJ 27	28-11-2015	19-12-2015	21	CJ 27	26-11-2015	17-03-2016	20
CJ 26	28-11-2015	16-12-2015	14	CJ 25	26-11-2015	22-03-2016	25

## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang akan dilakukan pada tahap ini meliputi pendugaan distribusi data, perhitungan probabilitas munculnya tiap waktu fermentasi, dan penjadwalan produksi menggunakan *gant chart*.

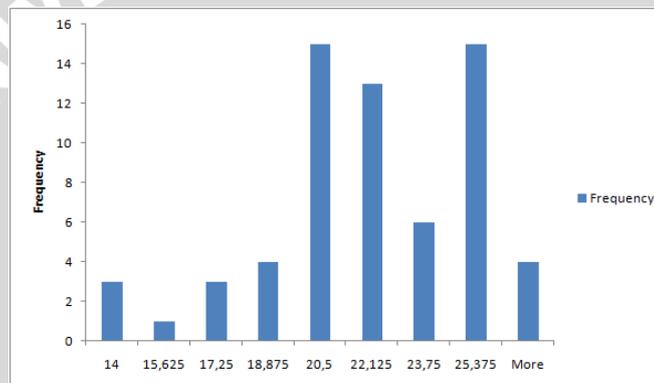
### 4.2.1 Pendugaan Distribusi

Langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan distribusi adalah dengan melihat histogram dan karakteristik data untuk memperkirakan distribusi yang sesuai. Tabel 4.7 menunjukkan pengelompokan data waktu fermentasi jus cacing dan gambar 4.9

menunjukkan bentuk histogram dari data tersebut.

Tabel 4.7 Frekuensi Data Waktu Fermentasi

Lama Waktu Fermentasi	Frekuensi
14 hari	3
15 hari	1
17 hari	3
18 hari	4
19 hari	8
20 hari	7
21 hari	7
22 hari	6
23 hari	6
24 hari	10
25 hari	5
26 hari	1
27 hari	3

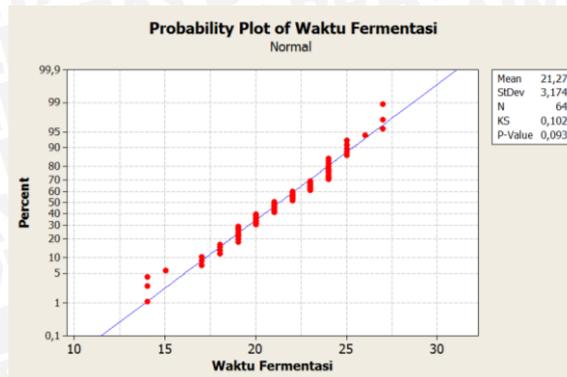


Gambar 4.9 Histogram Data Waktu Fermentasi

Data waktu fermentasi merupakan data sebuah proses dan distribusi yang digunakan untuk menggambarkan proses adalah distribusi normal, erlang, gamma, *uniform*, dan triangular seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2.13. Berdasarkan gambar 4.9, histogram data waktu fermentasi mengikuti bentuk kurva normal sehingga diduga data berdistribusi normal. Selanjutnya, data waktu fermentasi yang diduga berdistribusi normal akan diuji menggunakan *software* Minitab. *P-value* akan dibandingkan dengan tingkat signifikansi  $\alpha$  (0,05), apabila  $P\text{-value} \leq \alpha$  maka dapat menolak  $H_0$

#### 4.2.2 Menguji Normalitas Data

Data waktu fermentasi diduga berdistribusi normal, maka dari itu data akan diuji kenormalannya. Pengujian kenormalan data dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Hasil pengujian kenormalan data ditunjukkan pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Hasil Uji Normalitas

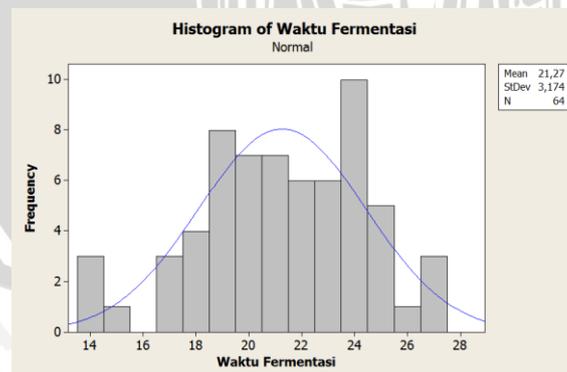
Hipotesis:

$H_0$ : Data waktu fermentasi jus cacing berdistribusi normal

$H_1$ : Data waktu fermentasi jus cacing tidak berdistribusi normal

Daerah penolakan hipotesis uji statistik Kolmogorov-Smirnov ditentukan berdasarkan besarnya nilai-p (*p-value*). Apabila  $p\text{-value} < \alpha$  maka hipotesis awal ( $H_0$ ) ditolak. Pada penelitian ini,  $\alpha$  yang digunakan sebesar 0,05. Artinya, data tersebut diolah dengan tingkat keyakinan sebesar 95% atau 95% dari data tidak ada yang melebihi *error*. Data waktu fermentasi jus cacing memiliki *p-value* sebesar 0,093 yang berarti  $p\text{-value} > \alpha$  sehingga  $H_0$  diterima yang berarti data waktu fermentasi jus cacing berdistribusi normal. Gambar 4.11 menunjukkan histogram dari persebaran data waktu fermentasi menggunakan *software* Minitab.

Informasi yang didapat dari pengujian kenormalan data adalah parameter distribusi normal, yaitu nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi. Rata-rata dari 64 data waktu fermentasi adalah 21,27 dan standar deviasinya sebesar 3,174.

Gambar 4.11 Histogram Data Waktu Fermentasi Menggunakan *Software* Minitab

#### 4.2.3 Memprediksi Waktu Fermentasi dari Masing-Masing Reaktor

Prediksi masing-masing waktu fermentasi yang akan muncul pada setiap reaktor dilakukan dengan menghitung probabilitasnya dengan menggunakan luas kurva. Luas

kurva normal standar didapat dari fungsi =NORMDIST(x;mean;standard\_dev;cumulative) pada *Microsoft Excel*.

Hasil dari fungsi =NORMDIST sama dengan perhitungan manual menggunakan rumus Z dan tabel Z. Sebagai contoh, dengan X=24, mean 21,27, dan standar deviasi 3,174, dapat dilihat pada tabel 4.8 mengenai perbandingan perhitungan manual dengan menggunakan *Excel*.

Tabel 4.8 Perbandingan Perhitungan Manual dengan *Excel*

Perhitungan Manual	Perhitungan dengan Excel
$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{24 - 21,27}{3,174} = 0,8601134$	=NORMDIST(24;21,27;3,174;TRUE)
Tabel Z = 0,8051	= 0,805136738

Langkah pertama yang dilakukan untuk memprediksi lama waktu fermentasi adalah mengurutkan setiap waktu fermentasi yang muncul seperti pada kolom “lama fermentasi” pada gambar 4.12. Pengurutan waktu fermentasi dilakukan dari durasi yang terkecil, yaitu 14 hari hingga 27 hari. Kolom F merupakan hasil dari perhitungan luas kurva yang menggunakan fungsi NOMRDIST. Misalnya jika ingin menghitung luas kurva pada X=20, maka fungsi yang dimasukkan adalah =NORMDIST(20;21,27;3,174;TRUE) dan hasilnya adalah 0,344531849. Nilai yang muncul dari perhitungan fungsi =NORMDIST ini merupakan nilai kumulatif dalam bentuk probabilitas yang memiliki *range* nilai 0 sampai 1. Nilai tertinggi dari perhitungan luas kurva adalah 0,964485578 yang merupakan luas kurva dari X=27. Nilai tersebut tidak berjumlah satu, sedangkan pada konsep probabilitas, jumlah probabilitas harus satu sehingga pada kolom F’ dilakukan perhitungan dengan membagi luas kurva pada X dengan luas kurva X tertinggi. Misalnya pada X=20, maka perhitungannya adalah 0,344531849 dibagi dengan 0,964485578 sehingga hasilnya 0,357218248. Pada kolom F’, jumlah probabilitasnya sudah satu yang dapat dilihat pada X=27 yang berjumlah satu.

Kolom keempat yang dinotasikan dengan Nx F’, merupakan aplikasi dari konsep distribusi frekuensi. Apabila ingin mengetahui frekuensi dengan mengetahui nilai probabilitasnya, maka probabilitas dikali dengan N dimana N adalah jumlah frekuensi keseluruhan. Pada gambar 4.12 menggunakan contoh dengan jumlah N=12 yang artinya dalam satu hari, CV. RAJ merencanakan untuk memproduksi 12 reaktor jus cacing atau 1.500 liter. Pada kolom terakhir dengan X=27 menghasilkan nilai 4. Jadi, apabila N yang direncanakan adalah 12, maka pada kolom terakhir juga berjumlah 12 karena merupakan

hasil perkalian 1 dengan 12.

Kolom berikutnya, yang dinotasikan dengan  $n$ , menunjukkan hasil prediksi lama waktu fermentasi pada tiap reaktor. Rumus yang digunakan pada kolom  $n$  adalah pembulatan ke bawah dengan fungsi **ROUND**DOWN pada *Microsoft Excel*. Pembulatan ke bawah dilakukan karena, misalnya dalam prediksi lama waktu fermentasi, perhitungan  $n$  menunjukkan angka 2,45, artinya reaktor yang sudah selesai difermentasi ada 2 reaktor, sedangkan 0,45 lainnya harus dipenuhi dulu sebelum dilakukan fermentasi. Sedangkan setelah dibulatkan ke bawah perlu dikurangi dengan jumlah prediksi sebelumnya karena perhitungan tersebut masih dalam perhitungan kumulatif. Sehingga apabila ingin mengetahui prediksi lama waktu fermentasi yang terjadi pada hari  $X$  harus dikurangi dengan jumlah sebelumnya. Cara membaca hasil yang muncul pada kolom  $n$  dapat dilihat pada gambar 4.12.

lama fermentasi	F	F'	NxF'	n	n/N	n/N kumulatif
14	0,010996603	0,011401521	0,136818257	0	0	0
15	0,02410995	0,02499773	0,299972762	0	0	0
17	0,089263282	0,092550147	1,110601759	1	0,083333	0,083333333
18	0,15144733	0,157023945	1,884287335	0	0	0,083333333
19	0,237247095	0,24598304	2,951796482	1	0,083333	0,166666667
20	0,344531849	0,357218248	4,286618979	2	0,166667	0,333333333
21	0,466104396	0,483267356	5,799208275	1	0,083333	0,416666667
22	0,590951667	0,612711771	7,352541255	2	0,166667	0,583333333
23	0,707141659	0,733180128	8,798161532	1	0,083333	0,666666667
24	0,805136738	0,834783595	10,01740314	2	0,166667	0,833333333
25	0,880037302	0,912442157	10,94930589	0	0	0,833333333
26	0,931918528	0,966233761	11,59480513	1	0,083333	0,916666667
27	0,964485578	1	12	1	0,083333	1

Gambar 4.12 Cara Membaca Hasil Perhitungan  $n$

Apabila pada kolom  $n$  menunjukkan angka nol, artinya tidak ada reaktor yang mengalami fermentasi selama  $X$  hari. Misalnya, pada gambar 4.12, pada lama fermentasi 14 dan 15 hari, kolom  $n$  menunjukkan angka nol yang artinya tidak ada reaktor yang mengalami fermentasi selama 14 dan 15 hari. Sedangkan pada waktu fermentasi 17, 19, 21, 23, 26, dan 27 hari, kolom  $n$  menunjukkan angka 1 yang artinya terdapat 1 reaktor yang selesai fermentasi pada hari yang diwarnai kuning tersebut. Apabila  $N$  yang dimasukkan dalam jumlah banyak akan memungkinkan lebih dari 1 reaktor selesai difermentasi pada durasi yang sama. Misalnya pada kolom yang diwarnai biru, yaitu durasi fermentasi 20, 22, dan 24 hari, menghasilkan angka 2 pada kolom  $n$ -nya. Artinya, ada 2 reaktor yang selesai difermentasi dalam durasi tersebut.

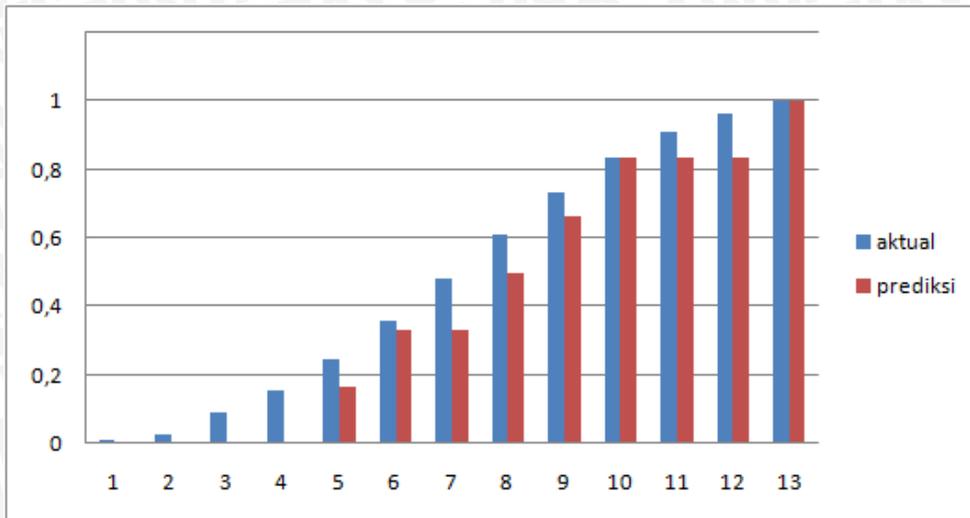
Kolom  $n/N$  merupakan pembagian dari  $n$  dengan  $N$  yang akan digunakan untuk melihat tingkat *error* dari prediksi waktu fermentasi. Tabel 4.9 menunjukkan rumus

perhitungan prediksi waktu fermentasi dan gambar 4.12 menunjukkan hasil perhitungannya.

Tabel 4.9 Rumus Perhitungan Prediksi Waktu Fermentasi

Lama Fermentasi	F	F'	NxF'
14	=NORMDIST(A2;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B2/\$B\$14	=\$K\$4*C2
15	=NORMDIST(A3;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B3/\$B\$14	=\$K\$4*C3
17	=NORMDIST(A4;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B4/\$B\$14	=\$K\$4*C4
18	=NORMDIST(A5;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B5/\$B\$14	=\$K\$4*C5
19	=NORMDIST(A6;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B6/\$B\$14	=\$K\$4*C6
20	=NORMDIST(A7;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B7/\$B\$14	=\$K\$4*C7
21	=NORMDIST(A8;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B8/\$B\$14	=\$K\$4*C8
22	=NORMDIST(A9;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B9/\$B\$14	=\$K\$4*C9
23	=NORMDIST(A10;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B10/\$B\$14	=\$K\$4*C10
24	=NORMDIST(A11;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B11/\$B\$14	=\$K\$4*C11
25	=NORMDIST(A12;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B12/\$B\$14	=\$K\$4*C12
26	=NORMDIST(A13;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B13/\$B\$14	=\$K\$4*C13
27	=NORMDIST(A14;\$K\$2;\$K\$3;TRUE)	=B14/\$B\$14	=\$K\$4*C14
Lama Fermentasi	N	n/N	
14	=ROUNDDOWN(E2;0)	=F2/\$K\$4	
15	=ROUNDDOWN(E3;0)-SUM(\$F\$2:F2)	=F3/\$K\$4	
17	=ROUNDDOWN(E4;0)-SUM(\$F\$2:F3)	=F4/\$K\$4	
18	=ROUNDDOWN(E5;0)-SUM(\$F\$2:F4)	=F5/\$K\$4	
19	=ROUNDDOWN(E6;0)-SUM(\$F\$2:F5)	=F6/\$K\$4	
20	=ROUNDDOWN(E7;0)-SUM(\$F\$2:F6)	=F7/\$K\$4	
21	=ROUNDDOWN(E8;0)-SUM(\$F\$2:F7)	=F8/\$K\$4	
22	=ROUNDDOWN(E9;0)-SUM(\$F\$2:F8)	=F9/\$K\$4	
23	=ROUNDDOWN(E10;0)-SUM(\$F\$2:F9)	=F10/\$K\$4	
24	=ROUNDDOWN(E11;0)-SUM(\$F\$2:F10)	=F11/\$K\$4	
25	=ROUNDDOWN(E12;0)-SUM(\$F\$2:F11)	=F12/\$K\$4	
26	=ROUNDDOWN(E13;0)-SUM(\$F\$2:F12)	=F13/\$K\$4	
27	=ROUNDDOWN(E14;0)-SUM(\$F\$2:F13)	=F14/\$K\$4	

Perbedaan lama waktu fermentasi nyata dengan teoritik dihitung dengan membandingkan F' atau frekuensi kumulatif dari waktu fermentasi nyata dengan frekuensi kumulatif prediksi, yaitu n. Cara menghitungnya adalah membagi n dengan N kemudian dikumulatikan dan dibandingkan dengan F'. Gambar 4.13 mengilustrasikan *error* antara waktu fermentasi nyata dengan teoritik.



Gambar 4.13 Grafik *Error* dari Waktu Fermentasi Perkiraan

Grafik 4.13 menunjukkan *error* antara waktu fermentasi nyata ( $F'$ ) dengan waktu fermentasi teoritik ( $n/N$  kumulatif). Semakin banyak  $N$  yang dimasukkan maka semakin kecil *error* nya. Grafik ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan cukup merepresentasikan keadaan yang ada sebenarnya.

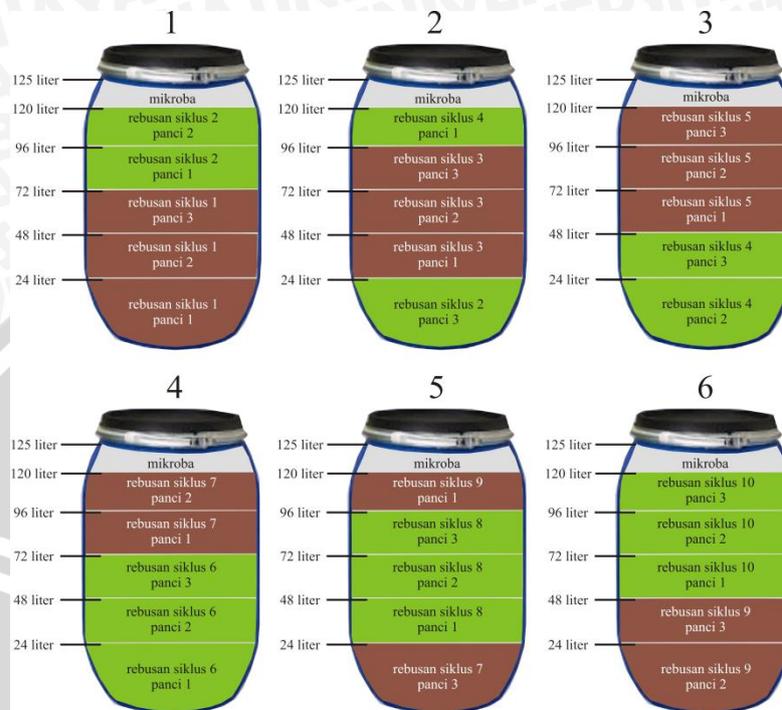
#### 4.2.4 Membuat Alternatif Jadwal Produksi Jus Cacing CV. RAJ

Jadwal produksi yang dibuat pada penelitian ini akan digunakan untuk melihat apakah fasilitas produksi yang ada saat ini cukup untuk memproduksi jus sejumlah target yang telah ditetapkan atau tidak, yaitu sebanyak 13.240 liter setiap bulan selama bulan September, Oktober, dan November 2016. Telah dijelaskan pada tabel 4.4 bahwa jumlah kompor dan panci yang tersedia saat ini sebanyak 3 buah dan jumlah perebusan dalam sehari maksimal 10 kali perebusan seperti yang sudah diilustrasikan pada gambar 4.7. Dalam proses produksi (sub-bab 4.1.7) juga sudah dijelaskan bahwa 1 reaktor akan penuh setelah diisi 5 kali rebusan cacing dan mikroba sehingga jumlah jus cacing dalam 1 reaktor sebanyak 125 liter. Gambar 4.14 merupakan ilustrasi pengisian reaktor untuk mempermudah pemahaman pembaca.



Gambar 4.14 Ilustrasi Pengisian Reaktor

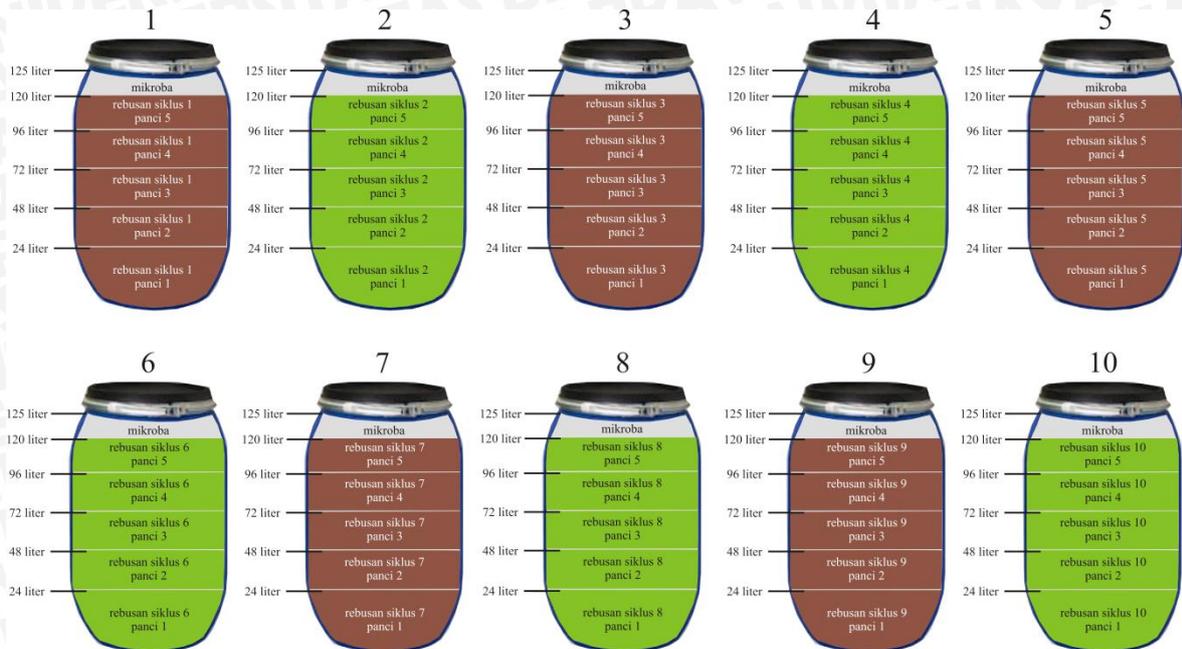
Pada pembuatan alternatif jadwal produksi, pertimbangan yang dilakukan adalah penambahan kompor dan reaktor. Apabila menggunakan 3 kompor, maka CV. RAJ dapat memproduksi jus cacing maksimal 6 reaktor dalam sehari seperti yang diilustrasikan pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Jumlah Reaktor yang Dihasilkan dengan Tiga Panci

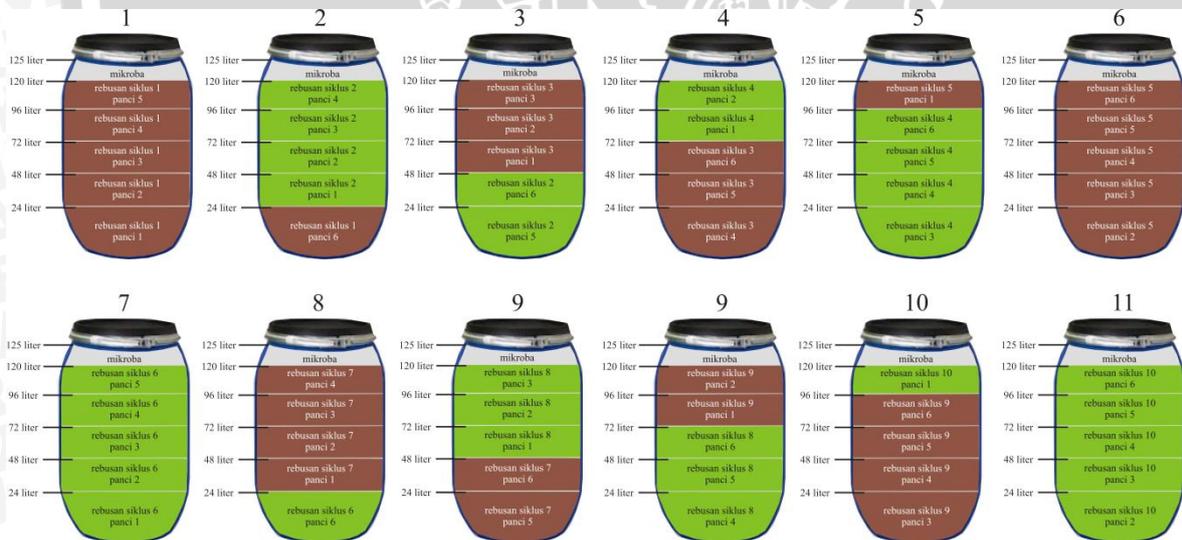
Gambar 4.15 merupakan ilustrasi pengisian reaktor berdasarkan jumlah rebusan yang dihasilkan. Apabila jumlah kompor dan panci yang ada di CV. RAJ saat ini hanya 3, maka sekali perebusan hanya dapat mengisi 3 kali. Jumlah maksimal perebusan dalam sehari sebanyak 10 kali seperti yang sudah dijelaskan pada gambar 4.7 sehingga siklus perebusan hanya dapat dilaksanakan 10 kali. Pergantian warna coklat ke hijau merupakan ilustrasi pengisian reaktor dalam siklus yang berbeda sampai ke siklus ke 10. Setelah siklus ke 10 selesai, dapat dihitung bahwa jumlah reaktor yang dapat dipenuhi sebanyak 6 reaktor. Sehingga apabila menggunakan 3 kompor, maka CV. RAJ dapat memproduksi jus cacing maksimal 6 reaktor dalam sehari.

Pertimbangan berikutnya adalah penambahan kompor menjadi 5 kompor. Tentunya jumlah reaktor yang dapat diproduksi dalam sehari akan lebih dari 6 karena jumlah kompor yang digunakan lebih banyak sehingga pengisian reaktor dapat dilakukan lebih cepat. Penambahan kompor menjadi 5 karena satu reaktor membutuhkan 5 kali rebusan cacing sehingga memudahkan perhitungan. Ilustrasi dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Jumlah Reaktor yang Dihasilkan dengan Lima Panci

Pada gambar 4.16 menunjukkan apabila jumlah panci ditambah menjadi 5. Maka jumlah maksimal reaktor yang dapat dihasilkan dalam satu hari adalah 10 reaktor. Sehingga sekali perebusan dengan waktu 30 menit, kelima hasil rebusan dapat langsung dituangkan ke dalam satu reaktor.



Gambar 4.17 Jumlah Reaktor yang Dihasilkan dengan Enam Panci

Gambar 4.17 menunjukkan apabila panci ditambah menjadi 6, maka jumlah maksimal reaktor yang dapat dihasilkan dalam satu hari adalah 12 reaktor. Apabila CV. RAJ memproduksi kurang dari jumlah tersebut tidak akan menjadi masalah.

Dalam penelitian ini, terdapat 4 jadwal produksi yang akan dikembangkan untuk mencari kombinasi fasilitas produksi paling ekonomis untuk mencapai target produksi. Alternatif jadwal produksi tersebut adalah:

1. Alternatif 1: Jadwal produksi dengan kapasitas yang ada saat ini, yaitu 3 panci dan 27 reaktor.
2. Alternatif 2: Memproduksi dengan jumlah konstan setiap hari sampai target terpenuhi
3. Alternatif 3: Memproduksi dengan jumlah konstan setiap dua hari sekali sampai target terpenuhi
4. Alternatif 4: Memproduksi dengan jumlah konstan setiap tiga hari sekali sampai target terpenuhi

Penjelasan dari masing-masing alternatif akan dijelaskan pada sub-bab setelahnya dan jadwal produksi dari masing-masing alternatif akan ditampilkan pada bagian lampiran.

#### 4.2.4.1 Jadwal Produksi Alternatif 1

Alternatif jadwal produksi yang pertama adalah jadwal produksi dengan kapasitas yang ada saat ini, yaitu 3 panci dan 27 reaktor. Selama ini, CV. RAJ memproduksi jus sebanyak 27 reaktor sebulan atau 3375 liter. Pada alternatif pertama akan dibuat jadwal produksi dengan memaksimalkan kapasitas tersebut.

Apabila jumlah panci yang tersedia adalah 3, maka dalam sehari dengan jam kerja mulai pukul 08.00-15.00 dapat memproduksi 6 reaktor jus seperti yang sudah dijelaskan pada gambar 4.15. Alternatif jadwal produksi dapat dilihat pada lampiran 1. Alternatif jadwal produksi dibuat menggunakan *gant chart* dengan menginputkan lama waktu fermentasi berdasarkan prediksi yang telah dibuat sampai target terpenuhi. Apabila target belum terpenuhi, maka penambahan reaktor akan terus dilakukan sampai target tercapai. Target produksi dalam sebulan sebanyak 13.240 liter atau 105,92 reaktor per bulan yang dibulatkan menjadi 106 reaktor atau 13.250 liter. Pada alternatif jadwal produksi akan dibuat jadwal yang dapat mencapai target 106 reaktor tersebut.

Pembacaan kode pada alternatif jadwal produksi dimulai dari pojok kiri bawah. Kode paling kiri yang berupa CJ-1 sampai CJ-27 merupakan kode reaktor yang berjumlah 27. *Cell* yang diwarnai kuning dan bertuliskan R1 atau R2 menunjukkan kegiatan perebusan cacing pada tanggal tersebut yang artinya cacing sudah dipisahkan dari media dan dicuci. Misalnya R4 berarti pada tanggal 4, cacing sudah dipisahkan dari media, dicuci, kemudian direbus dan dimasukkan ke dalam reaktor. Kemudian *cell* yang berwarna merah muda dan hijau menunjukkan lama fermentasi. Fermentasi dilakukan pada hari berikutnya karena jus dalam reaktor harus didiamkan dahulu selama 1 malam.

Kalender yang diblok warna kuning menunjukkan jumlah maksimal jus yang diproduksi. Karena pada alternatif pertama menggunakan 3 panci, maka jumlah produksi maksimal adalah 6 reaktor, sehingga untuk memudahkan pembacaan, pewarnaan di kalender disamakan dengan pewarnaan kode perebusan. Misalnya pada tanggal 4, kalender berwarna kuning, artinya pada tanggal 4 memproduksi jus sebanyak 6 reaktor yang bisa dihitung dari jumlah R4 yang berjumlah 6. Sedangkan kalender yang berwarna merah menunjukkan jumlah sisa reaktor yang ada.

Pada alternatif 1 jumlah reaktor sebanyak 27 buah, apabila digunakan untuk memproduksi sebanyak 6 reaktor per hari, maka selama 4 hari memproduksi 6 reaktor dan pada hari kelima memproduksi 3 reaktor saja. Misalnya pada tanggal 5, kalender berwarna merah, artinya pada tanggal 5 memproduksi jus sebanyak 3 reaktor yang bisa dihitung dari jumlah R5 yang berjumlah 3. Kalender yang ditandai dengan tanda silang berarti tidak ada produksi pada hari tersebut karena semua reaktor masih digunakan yang bisa dilihat dari batang berwarna yang melewati *cell* di bawah kalender. Misalnya untuk reaktor nomor 24 yang memiliki kode CJ-24, reaktor tersebut diperkirakan selesai fermentasi dalam 27 hari. Apabila reaktor ke 24 diisi penuh pada perebusan cacing tanggal 4 yang ditandai oleh kode R4, maka reaktor tersebut bisa ditambahkan mikroba tanggal 5 dan akan selesai fermentasi 27 hari kemudian, yaitu tanggal 31. Sedangkan pada tanggal 12 Agustus 2016, reaktor 24 masih berwarna merah muda yang menunjukkan bahwa reaktor tersebut masih digunakan untuk fermentasi.

Lamanya waktu fermentasi ditentukan dengan menggunakan rumus =NORMDIST yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Pada alternatif pertama, jumlah reaktor yang akan diproduksi setiap hari adalah 6. Maka N diganti dengan 6 dan hasilnya akan seperti pada gambar 4.18

lama fermentasi	F	F'	NxF'	n	lama fermentasi	F	F'	NxF'	n
14	0,010996603	0,011401521	0,068409129	0	14	0,010996603	0,011401521	0,034204564	0
15	0,02410995	0,02499773	0,149986381	0	15	0,02410995	0,02499773	0,074993191	0
17	0,089263282	0,092550147	0,555300879	0	17	0,089263282	0,092550147	0,27765044	0
18	0,15144733	0,157023945	0,942143667	0	18	0,15144733	0,157023945	0,471071834	0
19	0,237247095	0,24598304	1,475898241	1	19	0,237247095	0,24598304	0,737949121	0
20	0,344531849	0,357218248	2,143309489	1	20	0,344531849	0,357218248	1,071654745	1
21	0,466104396	0,483267356	2,899604138	0	21	0,466104396	0,483267356	1,449802069	0
22	0,590951667	0,612711771	3,676270627	1	22	0,590951667	0,612711771	1,838135314	0
23	0,707141659	0,733180128	4,399080766	1	23	0,707141659	0,733180128	2,199540383	1
24	0,805136738	0,834783595	5,00870157	1	24	0,805136738	0,834783595	2,504350785	0
25	0,880037302	0,912442157	5,474652944	0	25	0,880037302	0,912442157	2,737326472	0
26	0,931918528	0,966233761	5,797402567	0	26	0,931918528	0,966233761	2,898701283	0
27	0,964485578	1	6	1	27	0,964485578	1	3	1

Gambar 4.18 Lama Fermentasi pada Alternatif 1

Jumlah jus yang selesai difermentasi pada alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 1

Bulan	Jumlah Reaktor	Jumlah dalam Liter
Agustus 2016	26	3250
September 2016	28	3500
Oktober 2016	29	3625
November 2016	25	3125
Total	108	13.500

Hasil produksi pada tiap bulan dikalikan dengan 125 karena satu reaktor berisi 125 liter jus cacing. Target produksi dari CV. RAJ untuk setiap bulannya adalah 106 reaktor setiap bulan atau 13.250 liter jus cacing sehingga jadwal produksi alternatif 1 yang menggunakan kapasitas yang ada, yaitu 3 panci dan 27 reaktor tidak dapat digunakan karena tidak dapat mencapai target, bahkan jumlah yang dihasilkan dari kapasitas yang ada saat ini 3x dibawah target. Mengingat jumlah hari kerja CV. RAJ yang rata-rata 26 hari, maka dengan target produksi 13.250 liter atau 106 reaktor setiap bulan, CV. RAJ harus memproduksi 4 reaktor jus setiap hari selama hari kerja.

- Agustus 2016 : 26 hari kerja      September 2016 : 25 hari kerja
- Oktober 2016 : 26 hari kerja      November 2016 : 26 hari kerja

Target produksi:  $13.240/125 = 105,95 \approx 106$  reaktor satu bulan

Jumlah yang harus diproduksi setiap hari:  $106/26 = 4,07 \approx 4$

Artinya, setiap hari di hari kerja, CV. RAJ harus memproduksi 4 reaktor. Permasalahan yang terjadi pada alternatif jadwal 1 mengapa tidak dapat mencapai target adalah karena banyak hari kerja yang tidak digunakan untuk produksi dan bisa dilihat pada kalender yang diberi tanda silang. Padahal seharusnya CV. RAJ harus memproduksi 4 reaktor setiap hari. Dapat dilihat pada alternatif jadwal 1 pada lampiran, bahwa CV. RAJ tidak memproduksi karena tidak ada reaktor yang tersedia, sehingga permasalahan disini adalah kekurangan reaktor dan harus ditambahkan reaktor. Jadwal produksi alternatif 1 secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 1.

#### 4.2.4.2 Jadwal Produksi Alternatif 2

Berdasarkan analisis pada jadwal produksi alternatif pertama, dapat disimpulkan bahwa CV. RAJ tidak melakukan produksi dikarenakan tidak ada reaktor yang tersedia atau kekurangan reaktor. Maka pada alternatif jadwal produksi yang kedua ini akan dibuat jadwal produksi dengan jumlah panci yang sekarang, yaitu 3, namun setiap hari harus memproduksi 4 reaktor sehingga jumlah reaktor akan ditambahkan sampai target produksi

tercapai. Alasan mengapa panci tidak ditambahkan karena jumlah yang harus diproduksi adalah 4 reaktor setiap hari, sedangkan 3 panci dapat menghasilkan maksimal 6 reaktor, maka 3 panci sudah cukup untuk memproduksi 4 reaktor setiap hari. Hanya jumlah reaktor yang perlu diketahui harus ditambah berapa buah. Jadwal produksi dapat dilihat pada lampiran 2. Gambar 4.19 menunjukkan lama waktu fermentasi prediksi apabila memproduksi 4 reaktor dalam sehari dan 5 reaktor dalam sehari.

lama fermentasi	F	F'	NxF'	n	lama fermentasi	F	F'	NxF'	n
14	0,010996603	0,011401521	0,045606086	0	14	0,010996603	0,011401521	0,057007607	0
15	0,02410995	0,02499773	0,099990921	0	15	0,02410995	0,02499773	0,124988651	0
17	0,089263282	0,092550147	0,370200586	0	17	0,089263282	0,092550147	0,462750733	0
18	0,15144733	0,157023945	0,628095778	0	18	0,15144733	0,157023945	0,785119723	0
19	0,237247095	0,24598304	0,983932161	0	19	0,237247095	0,24598304	1,229915201	1
20	0,344531849	0,357218248	1,428872993	1	20	0,344531849	0,357218248	1,786091241	0
21	0,466104396	0,483267356	1,933069425	0	21	0,466104396	0,483267356	2,416336781	1
22	0,590951667	0,612711771	2,450847085	1	22	0,590951667	0,612711771	3,063558856	1
23	0,707141659	0,733180128	2,932720511	0	23	0,707141659	0,733180128	3,665900639	0
24	0,805136738	0,834783595	3,33913438	1	24	0,805136738	0,834783595	4,173917975	1
25	0,880037302	0,912442157	3,649768629	0	25	0,880037302	0,912442157	4,562210786	0
26	0,931918528	0,966233761	3,864935045	0	26	0,931918528	0,966233761	4,831168806	0
27	0,964485578	1	4	1	27	0,964485578	1	5	1

Gambar 4.19 Lama Fermentasi pada Alternatif 2

Jadwal produksi pada alternatif kedua ini diprediksikan membutuhkan waktu fermentasi 20, 22, 24, dan 27 hari untuk produksi jus cacing sebanyak 4 reaktor dalam sehari dan membutuhkan waktu 19, 21, 22, 24, dan 27 hari untuk produksi jus cacing sebanyak 5 reaktor dalam sehari. Alternatif jadwal ini dapat mencapai target produksi, namun jumlah reaktor harus ditambahkan hingga menjadi 91 reaktor atau menambahkan 64 reaktor. Pada alternatif 2, kode kalender yang diwarnai kuning berarti memproduksi 4 reaktor dalam sehari. Kode kalender yang berwarna merah memproduksi 5 reaktor dalam sehari dan kode kalender yang berwarna biru memproduksi 6 reaktor dalam sehari yang juga merupakan jumlah maksimal produksi dengan 3 panci. Ada 24 hari yang digunakan untuk memproduksi 4 reaktor, artinya jumlah yang dihasilkan ada 96 reaktor dan masih kurang 10 reaktor lagi sehingga 2 hari terakhir panci digunakan untuk memproduksi 5 reaktor dalam sehari dan jumlahnya menjadi pas yaitu 106 reaktor. Namun, jus tidak dapat langsung jadi pada bulan itu juga, melainkan pada *range* waktu tertentu yang dirangkum dalam tabel 4.11.

Tabel 4.11 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 2

Bulan	Jumlah Reaktor	Jumlah dalam Liter
Agustus 2016	28	3500
September 2016	102	12.750
Oktober 2016	107	13.375
November 2016	81	10.125
Total	318	39.750

Pada alternatif jadwal yang kedua, target produksi sudah dapat tercapai. Untuk memenuhi permintaan bulan September, digunakan hasil produksi bulan Agustus dan September sehingga berjumlah 16.250 liter kemudian dikurangi dengan 13.240 liter dan tersisa 3010 liter. Untuk bulan berikutnya, sisa jus pada bulan September ditambah dengan jus pada bulan Oktober sehingga dapat memenuhi permintaan.

Pada jadwal yang kedua, apabila memproduksi dengan jumlah konstan yaitu 4 reaktor setiap hari, maka tidak perlu menambahkan panci sehingga panci yang dibutuhkan tetap 3, namun perlu menambahkan reaktor sehingga jumlahnya menjadi 91 reaktor.

#### 4.2.4.3 Jadwal Produksi Alternatif 3

Jadwal produksi alternatif ketiga yaitu memproduksi setiap 2 hari sekali sehingga dalam 1 hari, jumlah yang diproduksi adalah 8 reaktor. Apabila memproduksi 8 reaktor, maka panci yang dibutuhkan adalah 5 karena dengan 5 panci dapat memproduksi maksimal 10 reaktor dalam sehari. Perkiraan lama waktu fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.20. Jadwal produksi alternatif 3 dapat dilihat pada lampiran 3 dan jumlah hasil produksi jadwal alternatif 3 dapat dilihat pada tabel 4.12.

lama fermentasi	F	F'	NxF'	n	lama fermentasi	F	F'	NxF'	n
14	0,010996603	0,011401521	0,091212172	0	14	0,010996603	0,011401521	0,114015214	0
15	0,02410995	0,02499773	0,199981842	0	15	0,02410995	0,02499773	0,249977302	0
17	0,089263282	0,092550147	0,740401173	0	17	0,089263282	0,092550147	0,925501466	0
18	0,15144733	0,157023945	1,256191556	1	18	0,15144733	0,157023945	1,570239446	1
19	0,237247095	0,24598304	1,967864322	0	19	0,237247095	0,24598304	2,459830402	1
20	0,344531849	0,357218248	2,857745986	1	20	0,344531849	0,357218248	3,572182482	1
21	0,466104396	0,483267356	3,86613885	1	21	0,466104396	0,483267356	4,832673563	1
22	0,590951667	0,612711771	4,90169417	1	22	0,590951667	0,612711771	6,127117712	2
23	0,707141659	0,733180128	5,865441022	1	23	0,707141659	0,733180128	7,331801277	1
24	0,805136738	0,834783595	6,67826876	1	24	0,805136738	0,834783595	8,34783595	1
25	0,880037302	0,912442157	7,299537258	1	25	0,880037302	0,912442157	9,124421573	1
26	0,931918528	0,966233761	7,729870089	0	26	0,931918528	0,966233761	9,662337612	0
27	0,964485578	1	8	1	27	0,964485578	1	10	1

Gambar 4.20 Lama Fermentasi pada Alternatif 3

Tabel 4.12 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 3

Bulan	Jumlah Reaktor	Jumlah dalam Liter
Agustus 2016	32	4000
September 2016	105	13.125
Oktober 2016	108	13.500
November 2016	73	9125
Total	318	39.750

Alternatif jadwal produksi ketiga juga dapat mencapai target. Perbedaannya adalah, reaktor yang dibutuhkan sejumlah 89 reaktor dengan jumlah panci 5 sehingga CV. RAJ harus menambahkan 2 kompor dan 62 reaktor apabila menggunakan alternatif ketiga.

#### 4.2.4.4 Jadwal Produksi Alternatif 4

Pada alternatif jadwal keempat, peneliti mencoba mengganti jadwal produksi menjadi 3 hari sekali. Artinya setiap hari jumlah yang diproduksi yaitu 12 reaktor. Sehingga panci yang dibutuhkan adalah 6 panci karena dengan 6 panci dapat memproduksi maksimal 12 reaktor dalam sehari. Prediksi lama waktu fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.21. Jadwal produksi alternatif 4 dapat dilihat pada lampiran 4 dan jumlah produksi dengan alternatif 4 dapat dilihat pada tabel 4.13.

lama fermentasi	F	F'	NxF'	n
14	0,010996603	0,011401521	0,136818257	0
15	0,02410995	0,02499773	0,299972762	0
17	0,089263282	0,092550147	1,110601759	1
18	0,15144733	0,157023945	1,884287335	0
19	0,237247095	0,24598304	2,951796482	1
20	0,344531849	0,357218248	4,286618979	2
21	0,466104396	0,483267356	5,799208275	1
22	0,590951667	0,612711771	7,352541255	2
23	0,707141659	0,733180128	8,798161532	1
24	0,805136738	0,834783595	10,01740314	2
25	0,880037302	0,912442157	10,94930589	0
26	0,931918528	0,966233761	11,59480513	1
27	0,964485578	1	12	1

Gambar 4.21 Lama Fermentasi pada Alternatif 4

Tabel 4.13 Jumlah Hasil Produksi Alternatif 4

Bulan	Jumlah Reaktor	Jumlah dalam Liter
Agustus 2016	36	4.500
September 2016	100	12.500
Oktober 2016	104	13.000
November 2016	78	9.750
Total	318	39.750

Alternatif jadwal produksi keempat juga dapat mencapai target. Perbedaannya adalah, reaktor yang dibutuhkan sejumlah 85 reaktor dengan jumlah panci 6 sehingga CV. RAJ harus menambahkan 3 kompor dan 58 reaktor apabila menggunakan alternatif keempat.

#### 4.2.5 Biaya Penambahan Fasilitas Produksi

Penambahan fasilitas yang akan dipertimbangkan dalam penelitian ini yaitu jumlah reaktor dan panci. Apabila menambahkan reaktor, maka perangkat lain yang harus dibeli adalah selang dan botol. Sedangkan apabila kompor yang ditambahkan, maka perangkat yang perlu ditambahkan yaitu panci, regulator, kompor, dan gas. Tabel 4.14 menunjukkan perbandingan biaya antara kedua fasilitas produksi tersebut.

Tabel 4.14 Harga Reaktor dan Kompor

Reaktor		Kompor	
Tong 150 liter	Rp 150.000	Kompor quantum 1 tungku Tipe QGC-101 R	Rp 160.000
Botol	Rp 10.000	Panci	Rp 100.000
Selang	Rp 5.000	Regulator Quantum	Rp 100.000
		Gas	Rp 130.000
<b>Total</b>	<b>Rp 165.000</b>		<b>Rp 490.000</b>

Dari keempat alternatif jadwal produksi yang telah dijelaskan, jadwal yang memberikan biaya terendah dari sudut pandang penambahan fasilitas adalah alternatif kedua dengan menambahkan 64 reaktor tanpa menambahkan kompor. Alternatif dengan biaya paling tinggi yaitu alternatif keempat dengan menambahkan 3 kompor dan 58 reaktor. Pada tabel 4.14 dapat dilihat bahwa harga kompor 2 kali lipat dari harga reaktor sehingga alternatif keempat memberikan biaya terbesar karena menambahkan jumlah kompor paling banyak yaitu 3 kompor. Perbandingan biaya alternatif 1, 2, 3, dan 4 dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Perbandingan Biaya Penambahan Fasilitas Produksi

Alteratif ke-	Jumlah Panci	Jumlah reaktor	Biaya	Total Biaya
Alternatif 1	3	27	-	-
Alternatif 2	3	91	$(91-27) \times 165.000 = 10.560.000$	Rp 10.560.000
Alternatif 3	5	89	$(5-3) \times 490.000 = 980.000$ $(89-27) \times 165.000 = 10.230.000$	Rp 11.210.000
Alternatif 4	6	85	$(6-3) \times 490.000 = 1.470.000$ $(85-27) \times 165.000 = 9.570.000$	Rp 11.040.000

#### 4.2.6 Biaya Penambahan Tenaga Kerja

Karyawan di setiap departemen CV. RAJ mendapatkan gaji yang berbeda tergantung pada beban kerja masing-masing pekerjaan. Pada departemen pengejus, gaji operator sebesar Rp 2.200.000,00 per bulan. Saat ini, terdapat 7 orang karyawan yang bekerja ditempatkan di departemen pengejus. Karyawan yang bertugas memisahkan cacing dari tanah sebanyak 4 orang. Karyawan yang bertugas mencuci dan menimbang cacing 1 orang. Sedangkan karyawan yang bertugas merebus cacing sebanyak 2 orang. Karyawan yang bertugas mengecek apakah jus cacing sudah selesai fermentasi adalah penanggung jawab produksi dibantu dengan penanggung jawab riset dan penelitian. Begitu juga dengan memindahkan jus yang sudah selesai fermentasi ke tangki penampungan atau langsung ke jeriken, dilakukan oleh penanggung jawab produksi dan penanggung jawab riset dan penelitian.

Untuk memisahkan cacing, setiap orang mampu memisahkan 10 kg cacing dalam 15 menit. Sehingga untuk memenuhi 1 panci yang berisi 20 kg cacing dalam sekali siklus

perebusan, dibutuhkan 2 orang pemisah cacing. Untuk mencuci cacing, satu orang mampu mencuci dan menimbang 60 kg cacing atau 3 panci cacing dalam 15 menit. Sedangkan untuk perebusan cacing, 2 karyawan dapat meng-*handle* 3 panci dalam 15 menit. Jumlah karyawan dan kemampuan karyawan melakukan tugasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.16 Kebutuhan Karyawan untuk Menyelesaikan Pekerjaannya

Aktivitas	Jumlah	Kemampuan	Waktu
Memisah cacing dari tanah	2 orang	1 panci (20 kg cacing)	15 menit
Mencuci dan menimbang cacing	1 orang	3 panci (60 kg cacing)	15 menit
Merebus cacing	2 orang	3 panci	15 menit

Pada sub bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa terdapat tiga alternatif yang dapat digunakan untuk mencapai target produksi jika dilihat dari kecukupan fasilitas produksinya, yaitu alternatif 2, 3, dan 4. Pada pertimbangan biaya tenaga kerja, hal yang menjadi pertimbangan dari ketiga alternatif tersebut adalah jumlah panci yang digunakan karena jumlah panci yang digunakan memberikan pengaruh terhadap jumlah karyawan pemisah cacing, karyawan pencuci cacing, dan karyawan perebusan. Tabel 4.17 menunjukkan jumlah penambahan karyawan dari perbedaan jumlah panci yang digunakan pada alternatif 2, 3, dan 4.

Tabel 4.17 Jumlah Karyawan di Bagian Pengejus

Alternatif ke-	Jumlah	Kebutuhan karyawan		Total Karyawan
2	3 panci	Pemisah cacing dari tanah	6 orang	9
		Pencuci dan penimbang cacing	1 orang	
		Perebus cacing	2 orang	
		Pemindah jus ke tangki	-	
		Pengepak jus	-	
3	5 panci	Pemisah cacing dari tanah	10 orang	16
		Pencuci dan penimbang cacing	2 orang	
		Perebus cacing	4 orang	
		Pemindah jus ke tangki	-	
		Pengepak jus	-	
4	6 panci	Pengepak jus	12 orang	18
		Pencuci dan penimbang cacing	2 orang	
		Perebus cacing	4 orang	
		Pemindah jus ke tangki	-	
		Pengepak jus	-	

Pada tabel 4.18 dapat dilihat bahwa pada alternatif kedua total karyawan yang dibutuhkan sebanyak 9 orang yang artinya CV. RAJ harus menambah 2 orang karyawan dari jumlah karyawan yang ada saat ini. Pada alternatif ketiga, jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 16 orang sehingga apabila CV. RAJ menggunakan alternatif ketiga, CV. RAJ harus menambahkan 9 karyawan dari jumlah karyawan yang ada saat ini. Pada

alternatif keempat, CV. RAJ harus menambah 11 karyawan dari jumlah karyawan yang ada saat ini.

Jumlah karyawan yang dibutuhkan pada alternatif ketiga dan keempat sangat banyak dan jumlah karyawan sebanyak itu kurang efisien apabila hanya untuk departemen pengejus. Pada alternatif ketiga dan keempat, jumlah karyawan yang banyak hanya dibutuhkan ketika perebusan saja yang bertugas untuk memisahkan cacing dari tanah, mencuci, dan merebus cacing. Sedangkan untuk menambahkan mikroba keesokan harinya, aktivitas tersebut bisa dilakukan oleh satu orang. Pindahkan jus yang sudah selesai fermentasi dari reaktor ke tangki penampungan atau pengepakan jus juga bisa dilakukan oleh 7 orang karyawan departemen pengejus yang ada saat ini pada hari ketika tidak melakukan perebusan. Tabel 4.18 memaparkan pertimbangan biaya pada alternatif kedua, ketiga dan keempat apabila semua karyawannya direkrut menjadi karyawan tetap.

Tabel 4.18 Biaya Tenaga Kerja Apabila Tenaga Kerja Tetap

Alternatif ke	Jumlah Karyawan	Biaya Tenaga Kerja Tetap
2	9	$9 \times 2.200.000 = \text{Rp } 19.800.000$ per bulan
3	16	$16 \times 2.200.000 = \text{Rp } 35.200.000$ per bulan
4	18	$18 \times 2.200.000 = \text{Rp } 39.600.000$ per bulan

Biaya tenaga kerja apabila menggunakan tenaga kerja tetap akan menguntungkan pada alternatif 2 karena karyawan masuk kerja setiap hari sedangkan pada alternatif 3 dan 4 merugikan CV. RAJ karena karyawan digaji tetap dengan gaji per bulan dan dengan jumlah karyawan yang lebih banyak, namun masuk kerja hanya 2 hari sekali (alternatif 3) atau 3 hari sekali (alternatif 4). Tabel 4.19 memaparkan pertimbangan biaya apabila alternatif kedua, ketiga, dan keempat menggunakan 7 karyawan tetap yang memang merupakan karyawan departemen pengejus, sedangkan tambahan orang yang lain sebanyak 2 orang untuk alternatif kedua, 9 orang untuk alternatif ketiga dan 11 orang untuk alternatif keempat menggunakan tenaga kerja kontrak yang dipanggil hanya saat perebusan saja

Tabel 4.19 Biaya Tenaga Kerja Apabila Tenaga Kerja Kontrak

Alternatif ke	Jumlah Karyawan	Biaya Tenaga Kerja Kontrak (per bulan)	Keterangan
2	9	$(7 \times 2.200.000) + (2 \times 100.000 \times 26) = \text{Rp } 20.600.000$	7 karyawan tetap, 2 karyawan kontrak
3	16	$(7 \times 2.200.000) + (9 \times 100.000 \times 13) = \text{Rp } 27.100.000$	7 karyawan tetap, 9 karyawan kontrak
4	18	$(7 \times 2.200.000) + (11 \times 100.000 \times 9) = \text{Rp } 25.300.000$	7 karyawan tetap, 11 karyawan kontrak

Pertimbangan biaya yang menggunakan tenaga kerja kontrak masih memberikan total biaya yang lebih tinggi untuk alternatif 3 dan 4. Dapat dibandingkan antara tabel 4.18 dan tabel 4.19 bahwa total biaya terendah ada pada alternatif kedua dengan menggunakan

karyawan tetap sebanyak 9 orang. Biaya yang diperlukan untuk tenaga kerja sebesar Rp 19.800.000,00 per bulan. Tabel 4.20 menunjukkan total biaya penambahan kapasitas dan tenaga kerja.

Tabel 4.20 Total Biaya Tiap Alternatif

Alternatif ke-	Biaya Penambahan Kapasitas	Total Biaya Apabila Tenaga Kerja Tetap	Total Biaya Apabila Tenaga Kerja Kontrak
2	Rp 10.560.000	Rp 10.560.000 Rp 19.800.000 <b>Rp 30.360.000</b>	Rp 10.560.000 Rp 20.600.000 <b>Rp 31.160.000</b>
3	Rp 11.210.000	Rp 11.210.000 Rp 35.200.000 <b>Rp 46.410.000</b>	Rp 11.210.000 Rp 27.100.000 <b>Rp 38.310.000</b>
4	Rp 11.040.000	Rp 11.040.000 Rp 39.600.000 <b>Rp 50.640.000</b>	Rp 11.040.000 Rp 25.300.000 <b>Rp 36.340.000</b>

Alternatif yang memberikan total biaya paling rendah adalah alternatif kedua dengan total biaya Rp 30.360.000,00 dengan jumlah karyawan tetap sebanyak 9 orang dan penambahan reaktor sejumlah 63 reaktor. Sedangkan alternatif yang memberikan biaya terbesar adalah alternatif ketiga dengan total biaya sebesar Rp 38.310.000,00.



## BAB V PENUTUP

Sebuah penelitian tentunya menghasilkan kesimpulan yang merangkum keseluruhan hasil penelitian yang dapat bermanfaat dan menjawab apakah tujuan penelitian sudah tercapai. Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran dari pengolahan data yang telah dilakukan.

### 5.1 Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini, yaitu:

1. Berdasarkan alternatif jadwal produksi yang telah dibuat, jumlah kapasitas produksi yang ada saat ini belum mampu digunakan untuk mencapai target produksi sebanyak 13.240 liter setiap bulan. Jumlah jus cacing yang dapat diproduksi dengan kapasitas yang ada saat ini adalah 3250-4250 liter setiap bulan. Jumlah tersebut masih 3 kali lipat dibawah jumlah yang telah ditargetkan. Tidak tercapainya target produksi dengan kapasitas yang ada terjadi karena kurangnya jumlah reaktor yang digunakan untuk proses fermentasi sehingga seringkali produksi harus berhenti karena semua reaktor masih digunakan untuk fermentasi jus yang sebelumnya sudah diproduksi.
2. Dengan memprediksi lama waktu fermentasi yang mungkin terjadi pada setiap reaktor, dapat dibuat jadwal produksi prediksi dari lamanya waktu fermentasi tersebut. Dari empat alternatif jadwal produksi yang telah dibuat, jadwal produksi yang dapat mencapai target adalah alternatif 2, 3, dan 4 karena pada ketiga alternatif tersebut jumlah reaktor telah ditambahkan sampai target produksi tercapai. Namun, ketiga alternatif tersebut membutuhkan biaya yang berbeda untuk penambahan kapasitasnya karena perbedaan penambahan reaktor, kompor, dan tenaga kerja. Alternatif 2 membutuhkan biaya sebesar Rp 30.360.000, alternatif 3 membutuhkan biaya Rp 38.310.000, dan alternatif 4 membutuhkan biaya Rp 36.340.000. Jadwal produksi yang terpilih adalah alternatif jadwal kedua dengan biaya terendah dengan jumlah produksi jus setiap hari adalah 4 reaktor, penambahan reaktor sebanyak 64 buah, tidak ada penambahan kompor, dan jumlah karyawan tetap sebanyak 9 orang sehingga harus menambah 2 karyawan lagi dari

jumlah karyawan yang sekarang.

3. Kapasitas yang perlu ditambahkan apabila memilih alternatif jadwal kedua adalah reaktor sejumlah 64 dan penambahan karyawan sebanyak 2 orang.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada CV. RAJ antara lain:

1. CV. RAJ sebaiknya menambah jumlah reaktornya sebanyak 64 agar target produksi tercapai dan *customer* dapat menerima produk pesannya tepat waktu.
2. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan adanya pengembangan terkait dengan software/aplikasi yang dapat membuat jadwal produksi dengan waktu proses probabilistik secara otomatis dengan hanya menginputkan perkiraan lama waktu fermentasi dan tanggal mulai produksi, kemudian langsung dapat memilih reaktor yang kosong dan memunculkan hasil berupa perkiraan tanggal selesai fermentasinya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amri dan Khairuman.2009. *Mengeruk Untung dari Beternak Cacing*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Antonius, Faizal, dan Seftian. 2012. Pembuatan Etanol dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 18 (1):10-16.
- Arnold dan Milton. 1986. *Introduction to Probability and Statistics*. Singapore: McGraw-Hill.
- Astuti dan Iriawan. 2013. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bulfin, Robert. L dan Sipper, Daniel.1998. *Production: Planning, Control, and Integration*. Singapore: McGraw-Hill.
- Fauzy, Akhmad. 2008. *Statistik Industri*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Gitosudarmo, Indriyo. 2000. *Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi*.Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Ishak, Sinulingga, dan Sirait. 2013. Perencanaan Kebutuhan Kapasitas (Rough Cut Capacity Planning) Industri Pengolahan Peralatan Rumah Tangga Di PT. X. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*. 2 (2):28-34.
- Kelton, W. David dan Law, Averill M. 2000. *Simulation Modeling and Analysis*. Singapore: McGraw-Hill.
- Kosikowski, Frank V dan Mistry, Vikram V. 1997. *Cheese and Fermented Milk Foods Volume II: Procedures and Analysis*. Madison: The University of Wisconsin.
- Muljono, Judoamidjojo, Darwis, Aziz A, dan Gumbira, E. 2002. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Nasution, Arman Hakim. 2003. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Surabaya: Prima Printing.
- Pegden, C. D., Shannon, R. E., & Sadowski, R. P., 1995, *Introduction to Simulation Using SIMAN*, Singapore: McGraw-Hill.
- Rasbina, Sinulingga, dan Siregar. 2013. Perencanaan Jadwal Induk Produksi Pada PT. XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*. 2 (1):54-57
- Rukmana, Rahmat. 1999. *Budi Daya Cacing Tanah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Santoso, Budi. 2012. Perencanaan Kapasitas Waktu Produksi Dengan Menggunakan Metode Rough Cut Capacity Planning (RCCP) Pada Produk “Bale Cover.” *Prosiding*

*Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III Yogyakarta.*

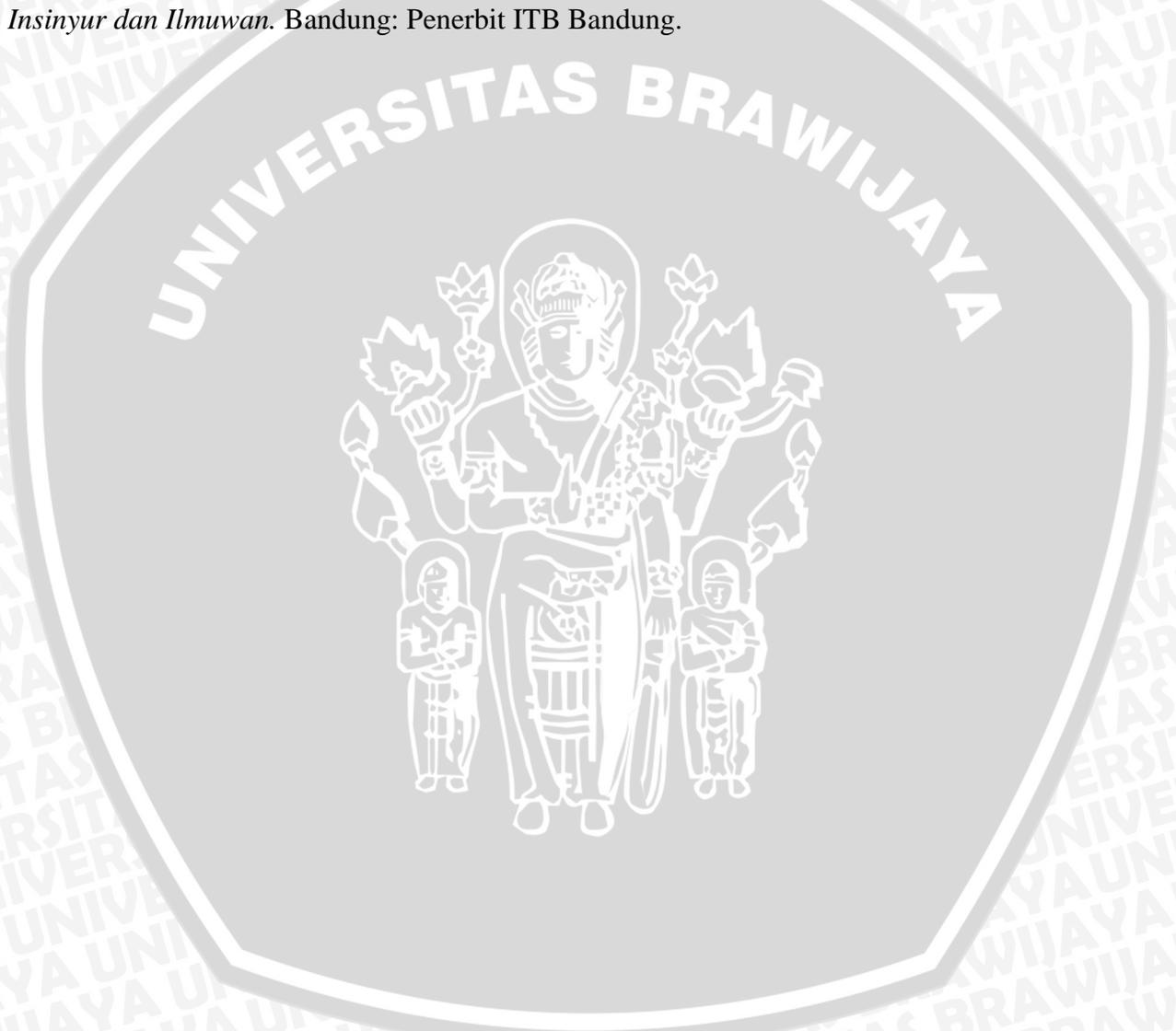
Sinulingga, Sukaria. 2013. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sofyan, Diana Khairani. 2013. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

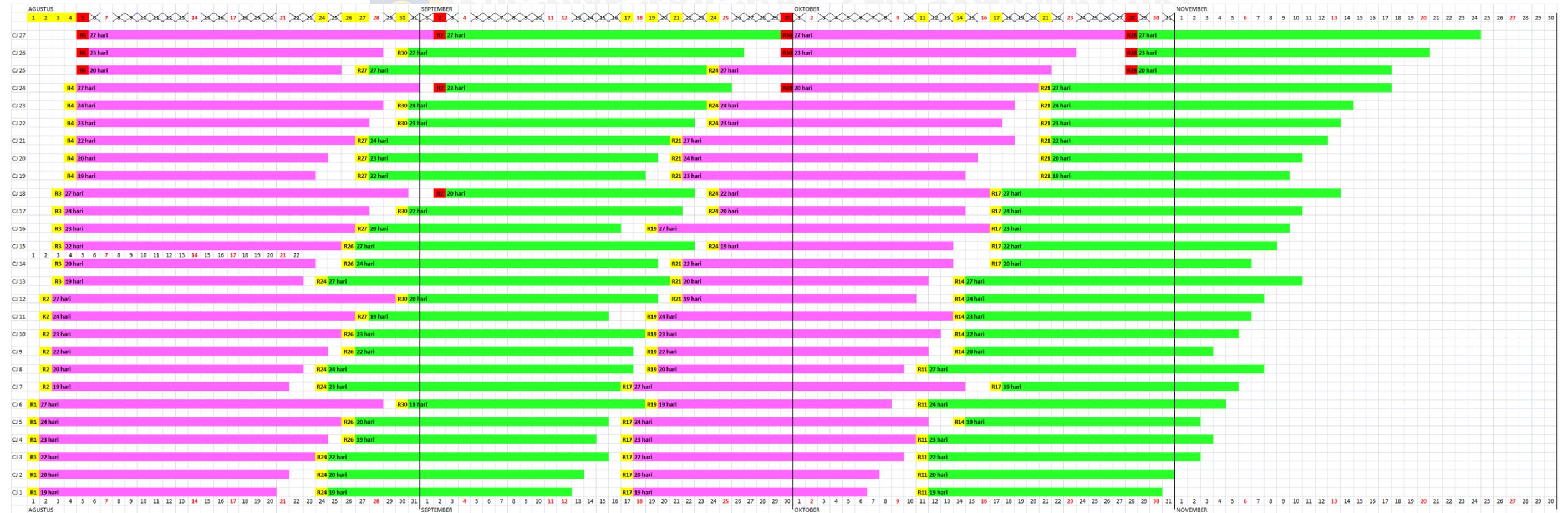
Supranto, J. 2008. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Supranto, J. 2001. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Walpole, Ronald. E dan Myers, Raymond. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.



Lampiran 1  
Alternatif 1



KETERANGAN:

- PROSES PRE-FERMENTASI** : KODE R [yellow box]  
Pemisahan cacing dari media, pencucian cacing, perebusan cacing, dan pendiaman cacing selama 1 malam  
contoh, R4, artinya proses pre-fermentasi yang dilakukan pada tanggal 4
- FERMENTASI** : Batang berwarna [pink box] & [green box]
- KALENDER** : warna merah berarti hari minggu dan hari besar, tidak ada perebusan namun masih ada fermentasi  
[yellow box] tanggal yang diblok kuning berarti pada hari tersebut memproduksi 6 reaktor  
[red box] tanggal yang diblok merah berarti pada hari tersebut memproduksi 3 reaktor  
[X] tanggal yang diberi tanda silang berarti tidak melakukan produksi
- TARGET PRODUKSI** : 106 reaktor dalam 1 bulan atau 13.250 liter

Lampiran 2

Alternatif 2



KETERANGAN:

**PROSES PRE-FERMENTASI** : KODE R [Yellow Box]  
 Pemisahan cacing dari media, pencucian cacing, perebusan cacing, dan pendiaman cacing selama 1 malam  
 contoh, R4, artinya proses pre-fermentasi yang dilakukan pada tanggal 4

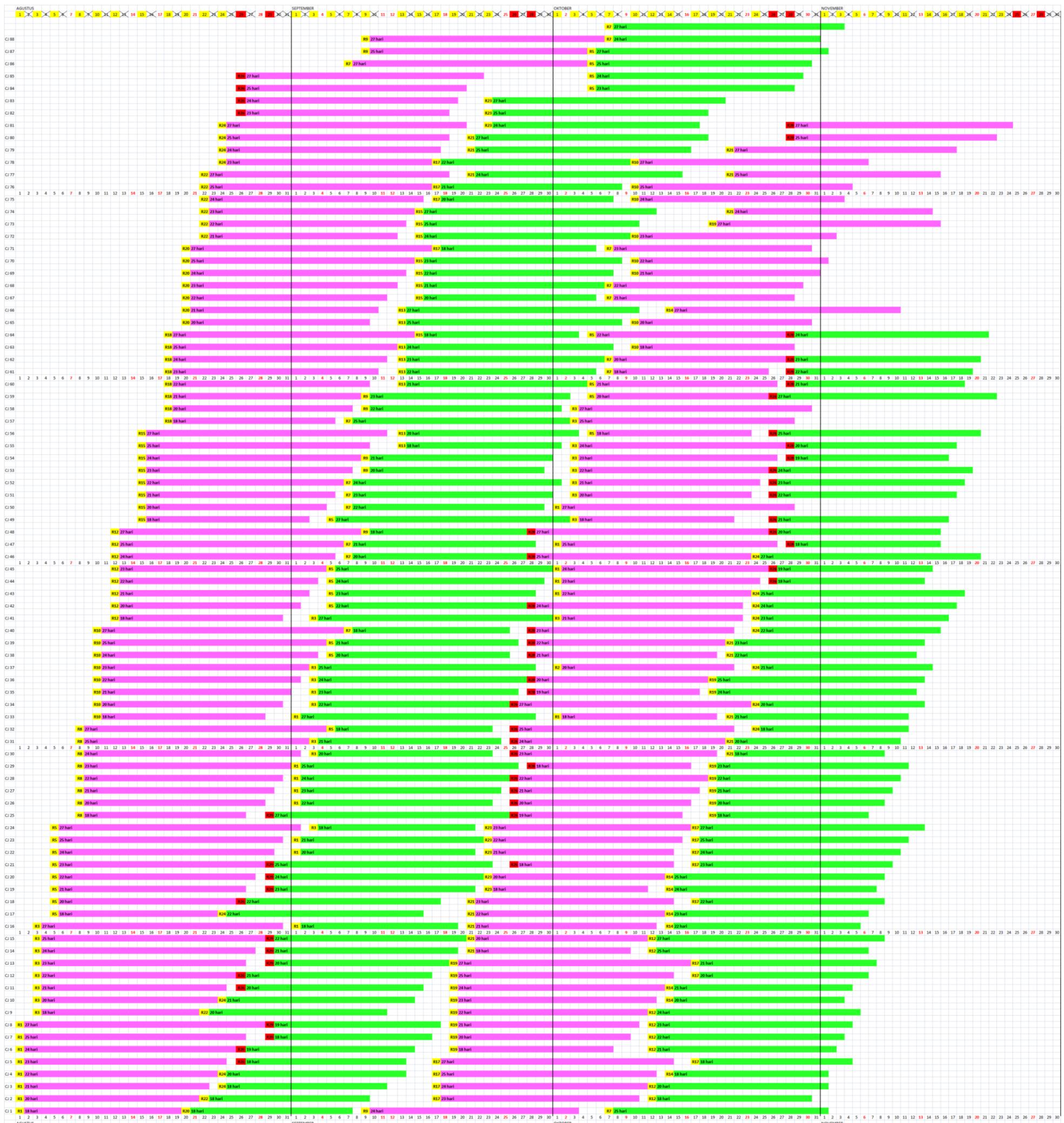
**FERMENTASI** : Batang berwarna [Pink Box] & [Green Box]

**KALENDER** : warna merah berarti hari minggu dan hari besar, tidak ada perebusan namun masih ada fermentasi  
 [Yellow Box] tanggal yang diblok kuning berarti pada hari tersebut memproduksi 4 reaktor  
 [Red Box] tanggal yang diblok merah berarti pada hari tersebut memproduksi 5 reaktor  
 [Blue Box] tanggal yang diblok biru berarti pada hari tersebut memproduksi 6 reaktor  
 [X] tanggal yang diberi tanda silang berarti tidak melakukan produksi

**TARGET PRODUKSI** : 106 reaktor dalam 1 bulan atau 13.250 liter

Lampiran 3

Alternatif 3



KETERANGAN:

**PROSES PRE-FERMENTASI** : KODE R [yellow box]  
 Pemisahan cacing dari media, pencucian cacing, perebusan cacing, dan pendiaman cacing selama 1 malam  
 contoh, R4, artinya proses pre-fermentasi yang dilakukan pada tanggal 4

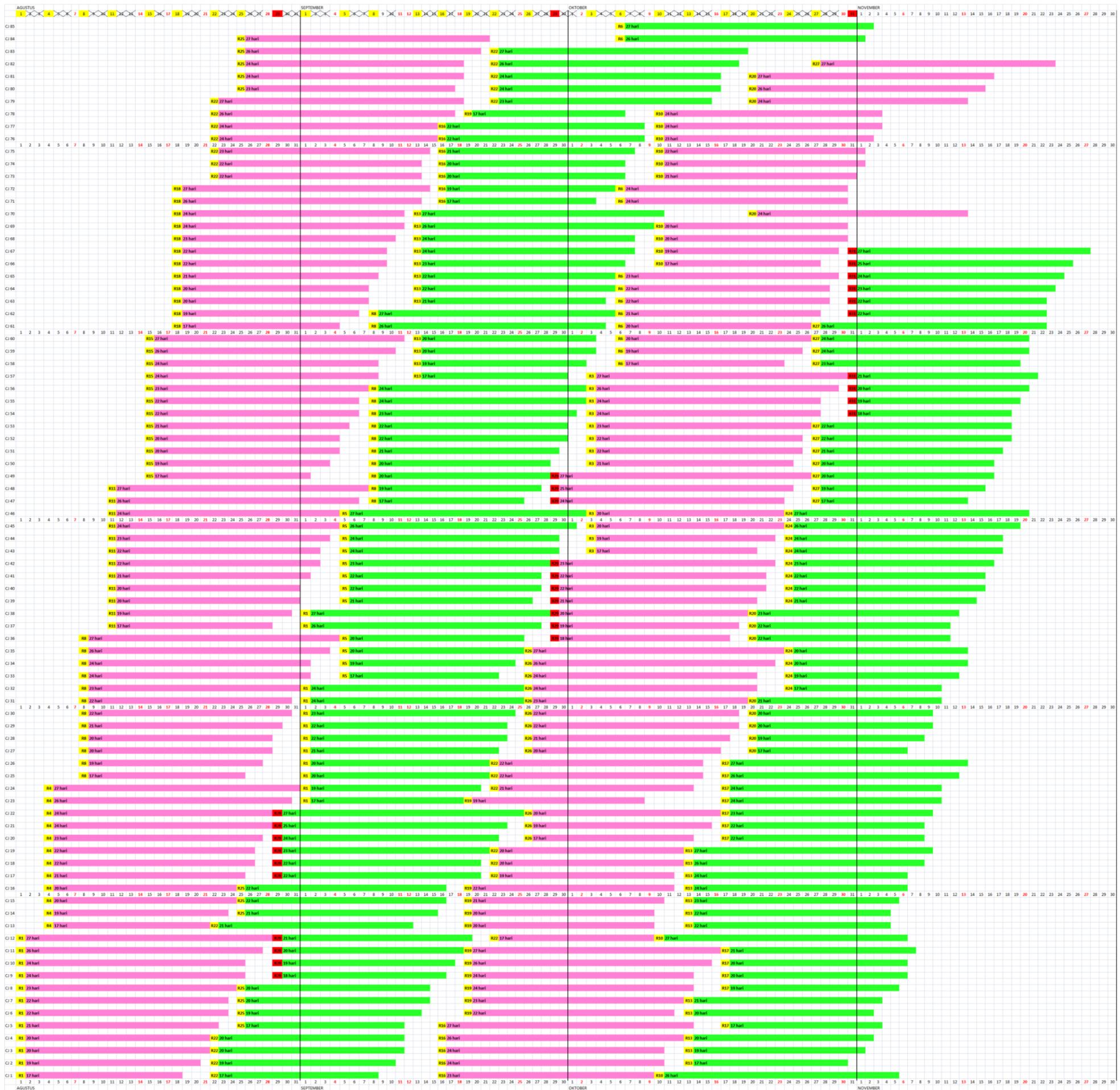
**FERMENTASI** : Batang berwarna [pink box] & [green box]

**KALENDER** : warna merah berarti hari minggu dan hari besar, tidak ada perebusan namun masih ada fermentasi  
 tanggal yang diblok kuning berarti pada hari tersebut memproduksi 8 reaktor  
 tanggal yang diblok merah berarti pada hari tersebut memproduksi 9 reaktor  
 tanggal yang diberi tanda silang berarti tidak melakukan produksi

**TARGET PRODUKSI** : 106 reaktor dalam 1 bulan atau 13.250 liter

Lampiran 4

Alternatif 4



KETERANGAN:

**PROSES PRE-FERMENTASI** : KODE R [Yellow Box]  
 Pemisahan cacing dari media, pencucian cacing, perebusan cacing, dan pendiaman cacing selama 1 malam  
 contoh, R4, artinya proses pre-fermentasi yang dilakukan pada tanggal 4

**FERMENTASI** : Batang berwarna [Pink Box] & [Green Box]

**KALENDER** : warna merah berarti hari minggu dan hari besar, tidak ada perebusan namun masih ada fermentasi  
 [Yellow Box] tanggal yang diblok kuning berarti pada hari tersebut memproduksi 12 reaktor  
 [Red Box] tanggal yang diblok merah berarti pada hari tersebut memproduksi 10 reaktor  
 [X] tanggal yang diberi tanda silang berarti tidak melakukan produksi

**TARGET PRODUKSI** : 106 reaktor dalam 1 bulan atau 13.250 liter