

**PENJADWALAN WAKTU PANEN UNTUK MENGOPTIMALKAN
KEUNTUNGAN TANPAK BANDENG DENGAN *LINEAR*
*PROGRAMMING***

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

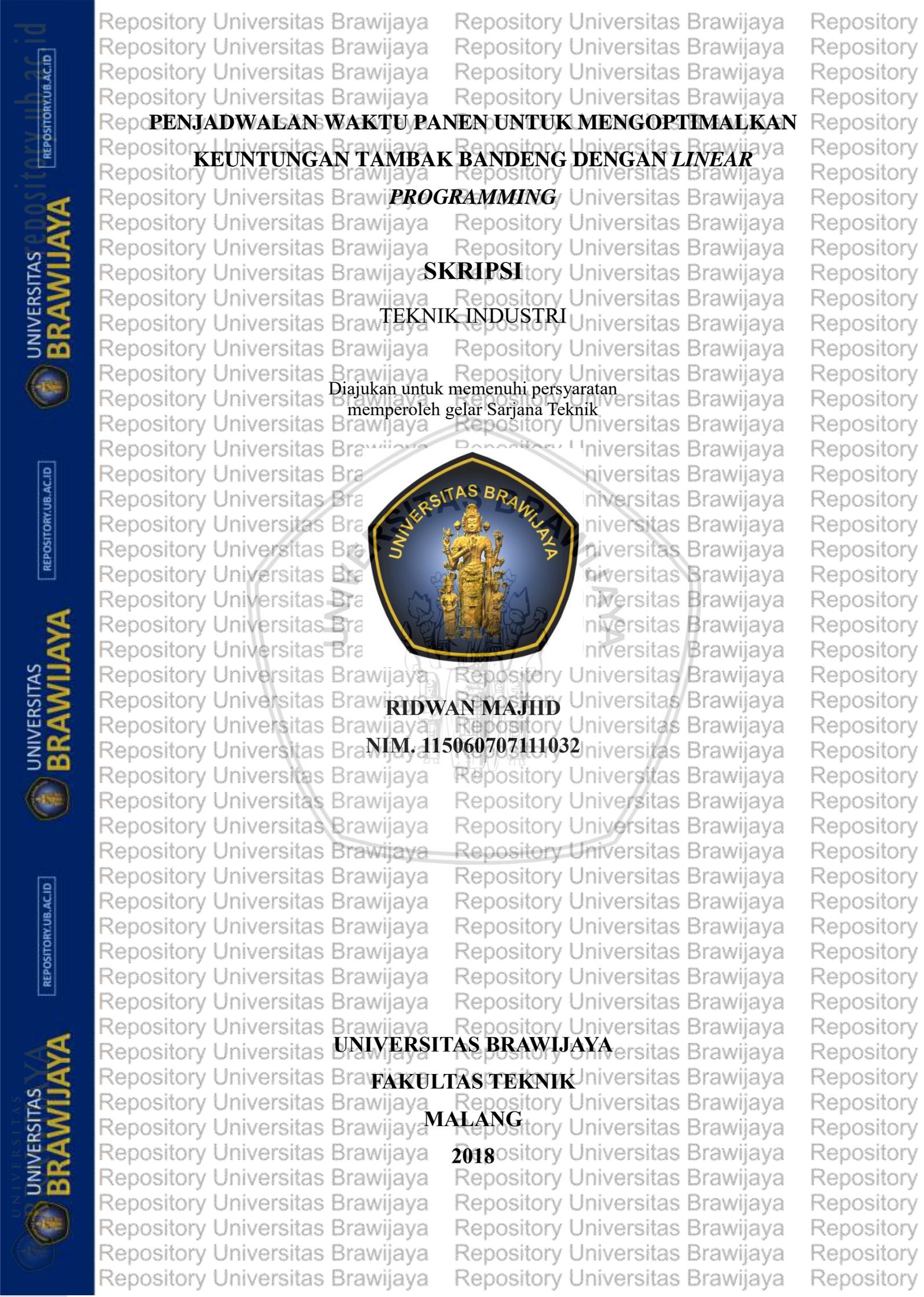
Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RIDWAN MAJID
NIM. 115060707111032**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2018



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 27 Juli 2018

Mahasiswa



Ridwan Majiid

NIM. 115060707111032

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN

**PENJADWALAN WAKTU PANEN UNTUK MENGOPTIMALKAN
KEUNTUNGAN TAMBAK BANDENG DENGAN *LINEAR*
*PROGRAMMING***

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIDWAN MAJIID

NIM. 115060707111032

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 27 Juli 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Mochamad Choiri, MT.
NIP. 19540104 198602 1 001

Agustina Eunike, ST., MT., M.BA.
NIP. 19800811 201212 2 002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri

Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741115 200604 1 002

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penjadwalan Waktu Panen Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Tambak Bandeng Dengan *Linear Programming*” ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini tentu banyak hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri, Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Ir. Mochamad Choiri, MT., selaku Dosen Pembimbing I Skripsi. Terimakasih banyak atas waktu yang telah diberikan untuk membimbing penulis dan memberikan motivasi penuh, serta masukan dan solusi ketika penulis membutuhkan bimbingan. Terimakasih telah menjadi guru yang baik bagi penulis.
4. Ibu Agustina Eunike, ST., MT., M.BA., selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, atas waktu serta petunjuk, dan banyak motivasi selama menjalani rangkaian proses hingga saat ini. Terimakasih atas waktu yang telah banyak diberikan untuk membimbing penulis serta memberikan masukan dan saran bagi penulis yang sangat berguna dan membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Pengamat/Penguji pada seminar proposal, seminar hasil, dan ujian komprehensif atas kritik dan sarannya sehingga dapat membantu penulis untuk memperbaiki dalam pengerjaan skripsi, serta keseluruhan dosen dan karyawan Teknik Industri atas bantuan dan ilmu yang telah banyak diberikan kepada penulis.
6. Bapak M. Ali Zabidi sebagai wakil dari paguyuban yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di tambak serta memberikan informasi, arahan dan banyak bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Hj. Nur Rojji dan Ibu Hj. Martiningsih selaku orang tua penulis yang selalu memberikan arahan serta motivasi baik moral dan materi yang diberikan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih atas doa-doa yang tidak pernah putus serta kasih sayang yang belum bisa terbalaskan hingga saat ini.

8. Abdul Lathif Wijaya dan Afifah Nur shahidah selaku adik penulis yang selalu memberikan semangat, doa, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.

9. Kafe Bars, sebagai tempat sebagian besar skripsi ini dikerjakan selama masa perkuliahan, Riswa waqid selaku pemilik kafe yang bersedia menyediakan tempat untuk pengerjaan skripsi ini. Terimakasih sudah mau menjadi sahabat yang selalu menyenangkan untuk selama ini.

10. Teman-teman asal Bontang tercinta yang senasib dan sepenanggungan selama hidup di Kota Malang, seperti Kukuh Satrio, Ismoko Bayu Permana, Aufhar Arya Ramdan, Robert Bumbungan, Dolfi Suprayoga, Mario Alief Rizkiawan, dll. Terimakasih sudah mau menjadi sahabat yang selalu menemani untuk selama ini.

11. Semua pihak yang ikut membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik serta saran yang sifatnya membangun dari pembaca sangat diharapkan penulis untuk perbaikan penyusunan laporan berikutnya. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR RUMUS

DAFTAR LAMPIRAN

RINGKASAN

SUMMARY

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Identifikasi Masalah

1.3 Rumusan Masalah

1.4 Tujuan Masalah

1.5 Manfaat Penelitian

1.6 Batasan Penelitian

1.7 Asumsi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.2 Perencanaan Produksi

2.3 Pengendalian Produksi

2.4 Pengertian Peramalan

2.5 Metode Peramalan

2.5.1 Analisa Kesalahan Peramalan

2.6 Penjadwalan Produksi

2.7 Metodologi Penjadwalan

2.7.1 *Gantt Chart*

2.7.2 Aturan Keputusan Prioritas (*Priority Decision Rules*)

2.7.3 PERT/CPM

2.7.4 *Linear Programming*

2.7.4.1 Asumsi *Linear Programming*

2.7.4.2 Metode *Linear Programming*

2.8 Pengenalan <i>Software</i> LINGO.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian.....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3 Tahap Penelitian.....	27
3.4 Pengumpulan Data.....	28
3.5 Metode Pengolahan Data.....	29
3.6 Analisis dan Pembahasan.....	30
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Deskripsi Objek Penelitian.....	33
4.1.1 Lokasi Wilayah.....	33
4.2 Pengumpulan Data.....	34
4.2.1 Data Hasil Panen.....	35
4.2.2 Data Permintaan Pasar.....	35
4.2.3 Data Fluktuasi Harga.....	36
4.2.4 Pengolahan Data.....	37
4.2.5 Metode Peramalan.....	37
4.2.5.1 Peramalan Permintaan Bandeng.....	38
4.2.5.2 Peramalan Harga Ikan Bandeng.....	43
4.2.6 Model Matematis Optimasi Tambak Bandeng.....	49
4.2.7 Data Formulasi.....	50
4.2.8 Penyelesaian Model <i>Linear Programming</i> dengan <i>Software</i> LINGO 11.0.....	51
4.3 Analisis dan Pembahasan.....	52
4.3.1 Penggunaan Tambak Optimal.....	53
4.3.2 Jumlah Biaya Tambak Bandeng Optimal.....	54
4.3.3 Perbandingan Perencanaan Optimal dengan Perencanaan Existing.....	55
4.3.4 Perhitungan Biaya Peramalan Tambak Tahun 2018.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Harga Ikan Bandeng per Periode Paguyuban.....	2
Tabel 1.2	Data Permintaan dan Jumlah Panen Ikan Bandeng perkilogram Tahun 2017	2
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 4.1	Keanggotaan Paguyuban	34
Tabel 4.2	Hasil Total Panen per Petambak pada Tahun 2017.....	35
Tabel 4.3	Permintaan per Periode.....	36
Tabel 4.4	Harga Ikan Bandeng per Periode	36
Tabel 4.5	Peramalan Metode Konstan	38
Tabel 4.6	Peramalan Metode Linear.....	38
Tabel 4.7	Peramalan Metode Kuadratis	39
Tabel 4.8	Perhitungan MSE dengan Metode Konstan.....	40
Tabel 4.9	Perhitungan MSE dengan Metode Linear	40
Tabel 4.10	Perhitungan MSE dengan Metode Kuadratis	41
Tabel 4.11	Perbandingan Nilai MSE Metode Peramalan.....	41
Tabel 4.12	Nilai Tracking Signal Model Peramalan Terpilih.....	42
Tabel 4.13	Hasil Peramalan Petambakan Bandeng per Periode pada Tahun 2018.....	43
Tabel 4.14	Peramalan Metode Konstan	43
Tabel 4.15	Peramalan Metode Linear	44
Tabel 4.16	Peramalan Metode Kuadratis	45
Tabel 4.17	Perhitungan MSE dengan Metode Konstan.....	46
Tabel 4.18	Perhitungan MSE dengan Metode Linear.....	46
Tabel 4.19	Perhitungan MSE dengan Metode Kuadratis.....	46
Tabel 4.20	Perbandingan Nilai MSE Metode Peramalan.....	47
Tabel 4.21	Nilai <i>Tracking Signal</i> Model Peramalan Terpilih dalam Kilogram.....	47
Tabel 4.22	Hasil Peramalan Harga Bandeng per Periode pada Tahun 2018 dalam Kilogram	49
Tabel 4.23	Data Permintaan Hasil Peramalan Linear dalam Kilogram.....	50
Tabel 4.24	Data Kapasitas Tambak per Petambak dalam Kilogram.....	51
Tabel 4.25	Data Perhitungan Biaya Bandeng perkilogram Milik Pak Ali Zabidi	51
Tabel 4.26	Jumlah Panen pada Tahun 2018 berdasarkan Petambakan <i>Existing</i> dalam Kilogram.....	53

Tabel 4.27 Jumlah Panen pada Tahun 2018 berdasarkan Model *Linear Programming* dalam Kilogram54

Tabel 4.28 Jumlah Panen Optimal Petambakan Bandeng pada Tahun 2018 dalam Kilogram55

Tabel 4.29 Perbandingan Perencanaan Optimal dengan Perencanaan *Existing* dalam Kilogram56

Tabel 4.30 Tabel Biaya Paguyuban57

Tabel 4.31 Tabel Keuntungan Bersih Paguyuban57

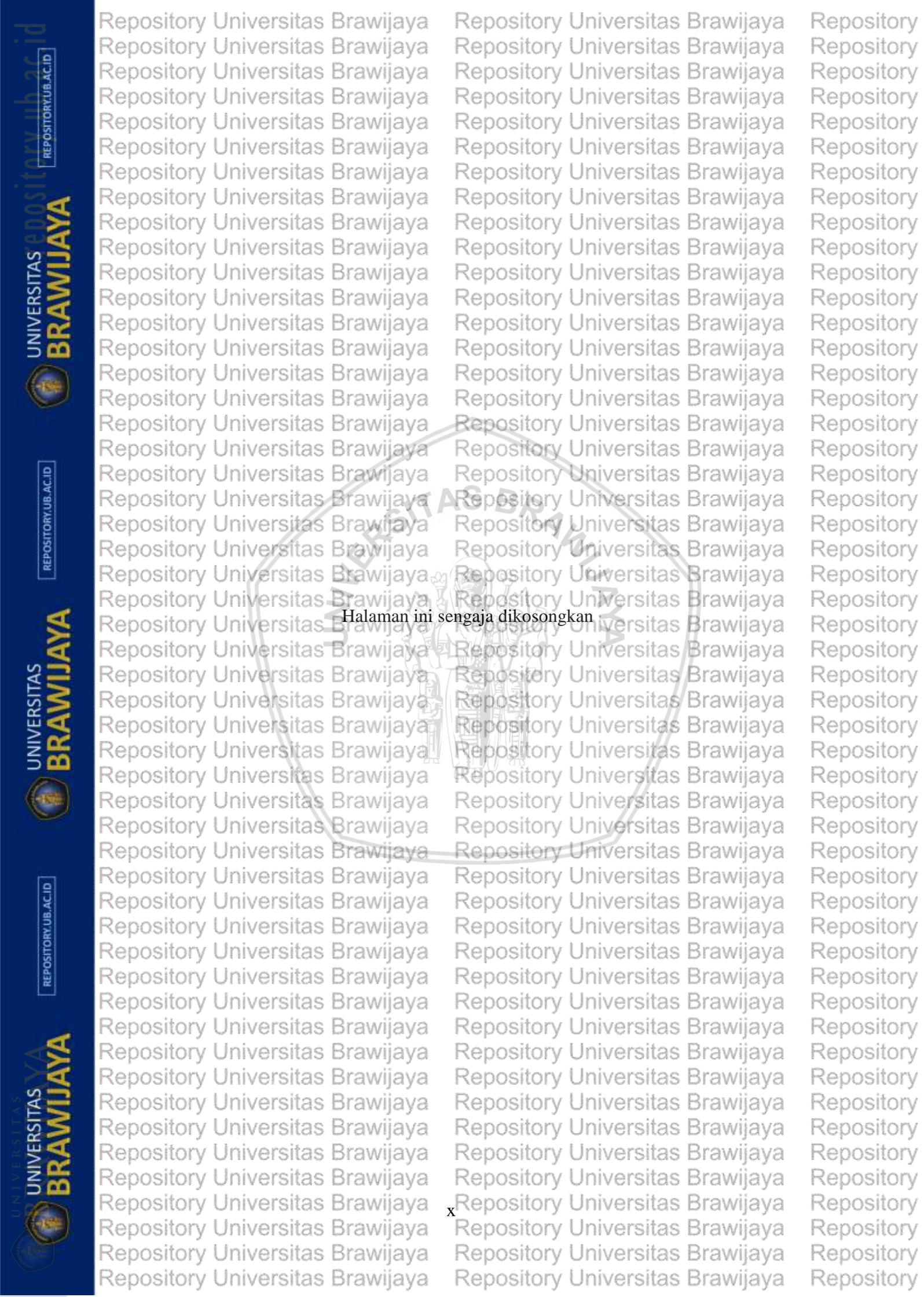
Tabel 4.32 Selisish Panen dan Permintaan dalam Kilogram58

Tabel 4.33 Perhitungan Penghasilan Paguyuban per Periode Tahun 201858

Tabel 4.34 Total Penghasilan Paguyuban Tahun 201858

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 3.1	Diagram alir Penelitian.....	30
Gambar 4.1	Kecamatan Sedati.....	32
Gambar 4.2	Peta kontrol <i>tracking signal</i>	42
Gambar 4.3	Peta kontrol <i>tracking signal</i>	48
Gambar 4.4	Hasil <i>running</i> LINGO 11.0.....	52



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Tabel Perencanaan Peramalan	65
Lampiran 2	Syntax LINGO 11.0	70
Lampiran 3	Perhitungan Biaya Tambak	72

RINGKASAN

Ridwan Majiid, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2018, Penjadwalan Waktu Panen Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Tambak Bandeng Dengan *Linear Programming*, Dosen Pembimbing: Mochamad Chori dan Agustina Eunike.

Petambak ikan merupakan mata pencarian yang sangat digemari di Kabupaten Sidoarjo khususnya Kecamatan Sedadi. Wilayah Kabupaten Sidoarjo memang dekat dengan laut, karena itu banyak masyarakat yang memilih bekerja sebagai petambak. Salah satu hasil panen yang digemari adalah ikan bandeng. Kabupaten Sidoarjo sangat terkenal sebagai salah satu produsen ikan bandeng terbesar di Indonesia. Namun ada beberapa kendala yang dihadapi oleh petambak Kabupaten Sidoarjo, khususnya salah satu paguyuban di Kecamatan Sedadi tepatnya di Desa Kalanganyar. Salah satu paguyuban yang memiliki anggota petambak yang cukup banyak, memiliki masalah kurang terorganisirnya waktu petambakan. Sehingga terjadinya kelebihan panen diperiode tertentu yang mengakibatkan harga ikan bandeng menjadi turun atau sebaliknya diperiode tertentu kekurangan pasokan panen dan mengurangi keuntungan petambak yang seharusnya bisa didapatkan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi permasalahan yang terjadi di paguyuban sehingga petambak bisa mendapatkan keuntungan yang optimal. Penelitian ini menggunakan metode *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) dan *linear programming*. Perencanaan peramalan digunakan untuk mengetahui perkiraan permintaan yang akan terjadi ditahun 2018. Metode peramalan ini menggunakan data historis petambak pada 1 tahun sebelumnya. Hasil peramalan yang sudah didapatkan kemudian diolah dengan *linear programming* untuk mendapatkan jadwal panen yang tepat. Sistem optimasi yang digunakan adalah program LINGO 11.0, dengan menggunakan fungsi batasan berupa jumlah permintaan, keterbatasan waktu dan jumlah panen, dan lama waktu panen.

Hasil pengolahan data dengan program LINGO 11.0 digunakan sebagai jadwal tambak ditahun 2018. Data penjadwalan kemudian dihitung dengan kebutuhan biaya setiap petambak untuk panen. Hasil perhitungan yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan data biaya dan keuntungan petambak ditahun 2017. Pada tahun 2017 paguyuban mengalami total kekurangan ikan bandeng sebesar 22.276 kg dan total kelebihan ikan bandeng sebesar 37.543 kg, sedangkan hasil penjadwalan yang baru paguyuban tidak mengalami kelebihan tetapi tetap mengalami kekurangan ikan bandeng sebesar 6.420 kg. Kekurangan ini disebabkan karena keterbatasan jumlah petambak dalam paguyuban. Biaya keuntungan paguyuban dari data historis dengan data penjadwalan optimal naik sebesar Rp.541.275.931,00.

Kata Kunci: *Perencanaan Produksi, Peramalan Regresi, Linear Programming, Budidaya Tambak*

SUMMARY

Ridwan Majiid, Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, Universitas Brawijaya, July 2018, Scheduling Harvest Time To Optimize The Benefits Of Milkfish With Linear Programming, Supervised by Mochamad Choiri and Agustina Eunike.

Fish farmers are popular livelihood in Sidoarjo particularly in Sedadi Subdistrict. Sidoarjo region are indeed close to the sea, therefore many people who choose to work as farmers. One of the popular crops are milkfish. Sidoarjo is well known as one of the largest producers of milkfish in Indonesia. But there are some constraints faced by farmers associations in Sidoarjo, particularly in Sedadi distric, Kalanganyar village. One of the farmers association has a problem to organize the farming time, so that there was an over and under farming problem occured for a certain period of time, resulted in a low and inoptimal profit for the farmers.

This research was conducted to reduce the problems occurred in the associations so that the farmers can get optimal profit. This research used Production Planning and Inventory Control (PPIC) method and linear programming. Plan forecasting has been used to understand the estimation request for the year 2018. This forecasting method used the historical data from last year farming period. The obtained result are then processed with linear programming to acquire the proper harvest schedule. The system used LINGO 11.0 as optimization program with restriction function such as:, amount of request, time limitation and amount of harvest, and time of harvest.

The processed data resulted from LINGO 11.0 program are used as the harvest schedule for the year 2018. Scheduling data are then calculated by cost per farmers to harvest. The calculation result obtained are then compared to the cost data and benefit farmers in 2017. In the year 2017 the association suffered a total lack of milkfish 22,276 kg while the total excess reached 37,543 kg. The result of the new schedule were not experienced the excessive harvest but still experience a shortages of milkfish of 6,420 kg. This shortage are caused due to the limited number of farmers in the association. Cost advantages associations of historical data with optimal scheduling data rose by Rp. RP 541.275.931.

Keyword: *Production Planning, Forecasting Regression, Linear Programming, Pond Culture*

BAB I

PENDAHULUAN

Pengerjaan penelitian diperlukan beberapa hal yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaannya. Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang mengapa permasalahan ini diangkat meliputi, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi yang digunakan.

1.1 Latar Belakang

Budidaya ikan merupakan suatu kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol (UU No. 31/2004). Tujuan pebisnis budidaya yaitu memperoleh hasil yang optimum maka perlu disiapkan suatu kondisi lingkungan tertentu yang sesuai dengan kehidupan budidaya. Faktor utama yang sangat menentukan produktivitas tambak adalah air dalam petakan tambak, yang merupakan media tumbuh bagi ikan yang dipelihara. Usaha tambak-tambak tradisional, sangat penting untuk menaikkan produktivitas tambak dengan menyediakan air di kolam tambak dengan kualitas air yang baik serta dengan perbaikan dan penataan kembali prasarana irigasi.

Perikanan budidaya di Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan. Sektor perikanan budidaya ini jika dikelola dengan baik akan bisa digunakan sebagai motor penggerak perekonomian dan penyerap tenaga kerja. Potensi budidaya perairan di Indonesia, diantaranya potensi budidaya tambak dengan luas mencapai 2.963.717 hektar (Kementerian Kelautan dan Perikanan).

Sidoarjo merupakan salah satu daerah pesisir yang memiliki potensi untuk dikembangkannya budidaya perikanan, salah satunya adalah ikan bandeng. Sidoarjo berada di pesisir pantai yang memiliki pengaruh pasang surut. Ciri-ciri daerah yang berpotensi untuk dikembangkan tambak adalah daerah yang memiliki pengaruh pasang surut dengan intensitas waktu tinggi. Salah satu daerah yang berpotensi adalah Desa Kalanganyar, daerah ini begitu dekat dengan pesisir pantai sehingga berpotensi besar untuk dijalankannya bisnis tambak, karena wilayah ini yaitu mampu menyediakan air payau dan juga air asin sesuai kebutuhan budidaya perikanan yang ingin dikembangkan.

Desa Kalanganyar merupakan desa yang 2/3 dari wilayahnya terdiri dari tambak. Desa ini terkenal dengan penghasil bandeng, udang windu dan terasi, kerupuk & olahan ikan

bandeng. Kondisi Desa Kalanganyar ini membuat banyak pengusaha tambak yang menjalankan bisnis disana, dengan meningkatnya jumlah tambak yang ada, terjadi *overload* ikan bandeng yang melebihi kebutuhan pasar. Hal ini terjadi karena tambak yang panen bersamaan, akibatnya harga ikan bandeng menjadi turun untuk meningkatkan penjualan terhadap konsumen. Pilihan tersebut terpaksa dilakukan karena daya tahan ikan bandeng yang tidak mampu bertahan lama jika harus disimpan sebelum terjual. Keterangan tersebut dapat diperjelas melalui Tabel 1.1.

Tabel 1.1
Harga Ikan Bandeng per periode Paguyuban

Bulan	Harga (Rp)	Bulan	Harga (Rp)
1	16.386	7	18.392
2	19.478	8	17.182
3	22.217	9	16.649
4	21.652	10	19.299
5	22.573	11	19.073
6	17.420	12	22.107

Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan tahun 2017

Hal ini juga terjadi pada salah satu paguyuban tambak yang mengelola beberapa tambak di Desa Kalanganyar Kecamatan Sedadi, yaitu tengkulak yang terpaksa menahan panen penambak lain karena kebutuhan pasar sudah terpenuhi dan ikan bandeng malah tertumpuk di pengulak itu sendiri. Tengkulak tidak punya pilihan lain karena gudang sudah penuh dan tidak mampu lagi menampung sehingga menunda panen penambak dan mengakibatkan kemunduran waktu panen dan waktu pembibitan.

Tabel 1.2
Data Permintaan dan Jumlah Panen Ikan Bandeng Perkilogram Tahun 2017

Bulan	Panen	Permintaan	Selisih
1	7.391 kg	9.466 kg	-2.075 kg
2	15.297 kg	10.198 kg	5.099 kg
3	21.077 kg	11.309 kg	9.768 kg
4	11.937 kg	13.881 kg	-1.944 kg
5	7.870 kg	15.290 kg	-7.420 kg
6	17.504 kg	14.076 kg	3.428 kg
7	23.964 kg	17.817 kg	6.147 kg
8	13.146 kg	18.035 kg	-4.889 kg
9	7.843 kg	13.791 kg	-5.948 kg
10	15.550 kg	12.771 kg	2.779 kg
11	22.110 kg	12.603 kg	9.507 kg
12	12.124 kg	11.309 kg	815 kg

Sumber: Hasil wawancara penambak dan tengkulak tahun 2017

Melihat permasalahan dalam Tabel 1.2 perlu adanya penelitian mengenai perencanaan produksi untuk meramalkan permintaan dari konsumen dan juga mengkoordinasikan waktu panen tiap tambak sehingga tidak terjadi tabrakan waktu panen yang dapat menyebabkan adanya *overload* ikan bandeng di pengulak. Karena tabrakan waktu panen juga akan

berpengaruh pada lamanya waktu siklus dan terjadi kemunduran waktu bibit untuk siklus selanjutnya.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi seperti yang diterangkan diatas, perlu adanya pengoptimalan terhadap biaya agar penambak bisa mendapatkan untung lebih, dan juga penjadwalan yang tepat agar permasalahan yang dijabarkan diatas bisa dihindari untuk waktu kedepannya. Hal ini perlu dilakukan untuk dapat meningkatkan keuntungan para penambak paguyuban dan juga mengurangi lonjakan harga ikan bandeng yang terlalu jauh disetiap periodenya.

Penelitian ini mengusulkan penggunaan peramalan perencanaan regresi sebagai langkah awal untuk mengetahui permintaan dan harga pada tahun 2018 dan permodelan optimasi yaitu dengan *linear programming* sebagai metode untuk melakukan penjadwalan yang optimal. Menurut Harinaldi (2005: 206) menjelaskan, “sebelum suatu keputusan diambil seringkali perlu dilakukan suatu peramalan (forecasting) mengenai kemungkinan yang terjadi atau harapan di masa depan yang berkaitan dengan keputusan tersebut. Hal tersebut lebih mudah dilakukan bila suatu hubungan (relasi) dapat ditentukan antara variabel yang akan diramal dengan variabel lain yang telah diketahui ataupun sangat mudah untuk diantisipasi. Untuk keperluan tersebut, regresi dan korelasi sangat luas digunakan sebagai perangkat analisisnya”.

Tujuan penyelesaian masalah dengan *linear programming* berkaitan dengan masalah optimalisasi, dan dalam kasus ini dengan tujuan minimasi. Menurut Siringoringo (2005), “*linear programming* merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan meminimumkan biaya. *Linear programming* berkaitan dengan penjelasan suatu kasus dalam dunia nyata sebagai suatu model matematik yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linear dengan beberapa kendala linear”.

Tujuan penelitian adalah menganalisis penjadwalan waktu bibit dan waktu panen para penambak, yaitu dengan melakukan peramalan dengan metode regresi dan analisis dengan metode optimasi sistematis untuk menjadwalkan waktu pembibitan, permintaan pasar dapat terpenuhi dan tabrakan waktu panen dapat dihindari sehingga bandeng di pasar bisa tersedia sesuai dengan jumlah permintaan. Stabilitasnya waktu panen tambak diharapkan harga ikan bandeng dapat terkontrol dan waktu budidaya tambak dapat terorganisir sehingga tidak terjadi naik turun harga yang bisa mengurangi keuntungan dari bisnis tambak tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi masalah yang terjadi yaitu:

1. Kurangnya koordinasi antar penambak dalam satu paguyuban sehingga terjadi panen bersamaan
2. Terjadinya *overload* bandeng di tengkulak yang mengakibatkan penambak menunda proses panen

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan peramalan permintaan yang tepat untuk penambak bandeng agar hasil produksi memenuhi permintaan pasar dan tidak *overload*?
2. Bagaimana cara mengurangi kerugian dari *overload* panen bersamaan dan koordinasi yang tepat agar tidak terjadi fluktuasi harga ikan tambak di pasar?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membandingkan penjadwalan produksi yang tepat dengan data *existing* penambak bandeng
2. Melakukan penjadwalan yang tepat agar tidak terjadi panen bersamaan yang dapat mengakibatkan kerugian pada petambak

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan masukan tentang perencanaan produksi untuk perencanaan penambakan ikan bandeng di masa yang akan datang sehingga menghasilkan tingkat produksi yang optimal
2. Memberikan masukan tentang koordinasi waktu pembibitan para penambak agar waktu panen bisa saling berurutan dan tidak terjadi tabrakan panen

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perencanaan produksi terdiri dari beberapa penambak yang berada dalam naungan satu paguyuban.
2. Data historis yang digunakan adalah data produksi panen periode tahun 2017.
3. Hasil penelitian ini berupa rekomendasi pengkoordinasian para penambak dalam penentuan waktu panen.

1.7 Asumsi

Asumsi dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam perencanaan dan peramalan proses penambakan tidak terjadi gangguan cuaca dan predator
2. Luas tambak yang digunakan sesuai dengan data paguyuban dan tidak terjadi perubahan selama penelitian.
3. Harga jual yang digunakan adalah harga untuk ikan bandeng 1 kg (4-5 ekor).
4. Tidak ada perubahan biaya yang berkaitan dengan proses penambakan



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilaksanakan diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini dijelaskan beberapa dasar-dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, penelitian terdahulu, perencanaan produksi, pengendalian produksi, pengertian dan manfaat peramalan, pengujian kecocokan distribusi, perencanaan produksi agregat, metode perencanaan produksi agregat.

2.1 Penelitian Terdahulu

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat ini

Tahun	Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Metode
2015	Hastawati Chrisna Suroso	Optimasi Pasokan Tebu pada PG. Lestari Menggunakan <i>Linear Programming</i> dan <i>Fuzzy Logic</i>	Minimasi Persediaan	<i>Linear Programming</i> dan <i>Fuzzy</i>
2015	Ismi Hardiyanti	Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode <i>Linear Programming</i> untuk Minimasi Biaya Produksi	Penjadwalan Produksi	Peramalan dan <i>Linear Programming</i>
2017	Radhitia Rahman Stovia	Optimasi Pengadaan Tebu dan Produksi Gula Menggunakan Model <i>Linear Programming</i>	Pengadaan Bahan Baku	<i>Linear Programming</i> dengan Lingo dan Peramalan
2018	Ridwan Majiid	Penjadwalan Waktu Panen untuk Mengoptimalkan Keuntungan Tambak Bandeng dengan <i>Linear Programming</i>	Penjadwalan Produksi	Peramalan dan <i>Linear Programming</i>

Hastawati Chrisna Suroso (2015), dalam penelitian “Optimasi Pasokan Tebu pada PG. Lestari Menggunakan *Linear Programming* dan *Fuzzy Logic*” membahas tentang Pabrik Gula Lestari yang menggunakan proses tebang pilih secara manual, dan kemudian merekap kekurangan dan kelebihan tebu per periode. Kemudian menggunakan metode *scoring* dalam menentukan wilayah tebang berdasar pada variabel yang dibutuhkan. Peneliti bertujuan untuk mengoptimalkan penentuan tebang lahan dengan logika *fuzzy* dan menentukan jumlah penebangan tebu dengan menggunakan *linear programming*.

Ismi Hardiyanti (2015), dalam penelitian “Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Linear Programming* untuk Minimasi Biaya Produksi” membahas mengenai perusahaan keripik pisang bernama UD. Burno Sari. Perusahaan ini memiliki permasalahan kesulitan dalam penentuan jumlah produksi dikarenakan harga bahan baku yang berfluktuasi. Perencanaan dan penjadwalan

produksi yang kurang baik mengakibatkan perusahaan mengalami *stock out* saat permintaan tinggi dan sebaliknya *over stock* saat permintaan rendah. Kemudian peneliti menggunakan metode peramalan Dekomposisi Aditif dan *Winters Exponensial* Aditif, yang dilanjutkan pada perhitungan *safety stock* untuk menentukan kapasitas produksi dan membuat model matematis penjadwalan. Dan dilanjutkan dengan metode *linear programming* untuk mendapatkan solusi optimal penjadwalan produksi keripik manis dan keripik pisang asin tersebut.

Radhitia Rahman Stovia (2017), dalam penelitian “Optimasi Pengadaan Tebu dan Produksi Gula Menggunakan Model *Linear Programming*” membahas tentang perusahaan gula Kebon Agung Malang. Permasalahan yang diteliti mengenai penyimpangan-penyimpangan dalam pemilihan lahan tebang yang berakibat pada biaya produksi gula. Dengan melakukan *forecasting* pada data historis dan metode *linear programming*, peneliti mencoba menentukan jumlah dasar tebu berdasarkan lahan tebu secara optimal disetiap periodenya agar dapat meminimasi biaya produksi gula.

2.2 Perencanaan Produksi

Perencanaan merupakan langkah utama yang penting dalam keseluruhan proses manajemen agar faktor produksi yang biasanya sangat terbatas dapat diarahkan secara maksimal untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu perencanaan merupakan spesifikasi dari tujuan perusahaan yang ingin dicapai serta cara-cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan tersebut (Gitosudarmo, 1999).

Menurut Vincent Gaspersz (2008), pengertian produksi merupakan menetapkan suatu pendekatan terstruktur dan terdisiplin untuk mengerti, mendefinisikan, dan mendokumentasikan semua komponen utama dalam proses produksi dan hubungan antar komponen utama dalam proses produksi dan hubungan antar komponen itu.

Secara umum perencanaan dan pengendalian produksi dapat diartikan sebagai aktifitas merencanakan dan mengendalikan material masuk, proses, dan keluar dari sistem produksi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah yang tepat, waktu penyerahan yang tepat dan biaya produksi yang minimum.

Menurut Hantoro (1993), perencanaan produksi mempunyai tujuan untuk memperoleh keuntungan yang setinggi-tingginya, dan dapat menguasai pasar, sehingga perusahaan dapat berkembang. Selain itu dapat mempertahankan dan mengusahakan supaya pekerjaan dan kesempatan kerja bertambah. Kemudian berusaha agar industri dapat bekerja dengan efisien yang tinggi, dan memanfaatkan fasilitas yang sebaik-baiknya pada industri tertentu. Menurut Sofjan Assauri (2008), tujuan perencanaan produksi adalah:

1. Mengusahakan agar perusahaan dapat berproduksi secara efektif dan efisien.

2. Mengusahakan agar perusahaan dapat menggunakan modal seoptimal mungkin.
3. Mengusahakan agar perusahaan dapat menguasai pasar atau bagian pasar yang luas.
4. Mengusahakan agar kesempatan kerja yang ada pada perusahaan menjadi satu dalam waktu tertentu dan lambat laun kesempatan kerja ini dapat naik sesuai dengan perkembangan dan kemajuan perusahaan.
5. Untuk dapat memperoleh keuntungan yang cukup besar bagi pengembangan dan kemajuan pasar.

Perencanaan merupakan salah satu sarana manajemen untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, karena itu, setiap tingkat manajemen dalam organisasi sangat membutuhkan aktivitas perencanaan. Perencanaan juga merupakan fungsi memilih sasaran perusahaan secara kebijaksanaan, program dan pemilihan langkah-langkah apa yang harus dilakukan, siapa yang melakukan dan kapan aktivitasnya dilaksanakan. Dalam perencanaan produksi selalu menginginkan agar diperoleh perencanaan produksi yang baik namun merencanakan proses produksi bukanlah hal yang mudah karena banyaknya faktor yang mempengaruhinya.

Menurut Nasution (1999), Pembuatan rencana produksi tidak bisa dilakukan hanya sekali dan digunakan untuk selamanya. Perencanaan produksi harus dilakukan secara bertahap dan berjenjang. Pemilihan jenis rencana produksi yang tepat bagi suatu perusahaan adalah tergantung beberapa faktor, yaitu faktor eksternal (pangsa pasar yang diraih, struktur ekonomi, dan lainnya) dan faktor internal (ide manajemen dalam menghadapi tantangan kedepan, ketersediaan tenaga ahli dan pelaksanaannya, dan lainnya). Karena itu perencanaan produksi terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Perencanaan produksi jangka panjang, biasanya melihat 5 tahun atau lebih kedepan. Jangka waktu terendeknya ditentukan oleh berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengubah kapasitas yang tersedia.
2. Perencanaan produksi jangka menengah, biasanya mempunyai horizon perencanaan antara 1 sampai 12 bulan, dan dikembangkan berdasarkan kerangka yang telah ditetapkan pada perencanaan produksi jangka panjang. Perencanaan agregat didasarkan pada peramalan permintaan tahunan dari bulan dan sumber daya produktif yang ada, dengan asumsi kapasitas produksi relatif tetap.
3. Perencanaan produksi jangka pendek, mempunyai horizon perencanaan kurang dari satu bulan, dan bentuk perencanaannya adalah berupa jadwal produksi. Tujuan dari jadwal produksi adalah menyeimbangkan permintaan aktual (yang dinyaktakan

dengan jumlah pesanan yang diterima) dengan sumber daya yang tersedia, sesuai batasan-batasan yang ditetapkan pada perencanaan agregat.

2.3 Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi adalah berbagai kegiatan dan metode yang digunakan oleh manajemen perusahaan untuk mengolah, mengatur, mengkoordinir, dan mengarahkan proses produksi kedalam suatu arus aliran yang memberikan hasil dengan jumlah biaya yang seminimal mungkin dan waktu yang secepat mungkin.

Menurut Handoko (2001), pengendalian adalah penemuan dan penerapan cara dan peralatan untuk menjamin bahwa rencana telah dilaksanakan sesuai dengan apa yang ditetapkan. Menurut Agus Ahyari (2002), fungsi pengendalian proses produksi adalah perencanaan, penentuan waktu kerja, pemberian perintah kerja, dan tindak lanjut dalam pelaksanaan.

Secara sederhana, pengendalian dapat didefinisikan sebagai proses yang dibuat untuk menjaga supaya realisasi dari suatu aktivitas sesuai dengan yang direncanakan. Oleh karena itu, pengendalian terdiri dari prosedur-prosedur untuk menentukan penyimpangan dari rencana yang telah ditetapkan dan tindakan-tindakan perbaikan yang diperlukan untuk mengeliminir penyimpangan tersebut. Sesuai dengan fungsinya, pengendalian produksi melakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

1. Perencanaan produksi

Bertujuan untuk merencanakan tentang apa dan berapa produk yang diproduksi oleh perusahaan yang bersangkutan dalam suatu periode yang akan datang. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan produksi adalah adanya optimalisasi produk sehingga dapat dicapai tingkat biaya yang paling rendah untuk pelaksanaan suatu proses produksi itu sendiri.

2. Penentuan urutan kerja

Suatu fungsi yang menentukan urutan suatu proses produksi yang dilaksanakan oleh perusahaan. Sehingga perusahaan dapat menentukan urutan kegiatan kerja yang logis, sistematis, dan ekonomis melalui urutan mana bahan baku yang dipersiapkan untuk diproses menjadi produk akhir atau barang jadi.

3. Penentuan waktu kerja

Suatu fungsi yang menentukan waktu kerja kapan pekerjaan proses produksi dilaksanakan. Penentuan waktu kerja yang tepat dan jelas dapat membantu tercapainya tingkat produktivitas kerja yang tinggi dalam perusahaan.

4. Pemberian perintah kerja

Yang memiliki fungsi untuk menyampaikan perintah kepada bagian pengelolaan yang dilakukan sesuai dengan urutan pekerjaan yang telah ditentukan. Pemberian perintah kerja merupakan awal dari pelaksanaan suatu pekerjaan untuk menyelesaikan produk yang ada dalam perusahaan.

5. Tindak lanjut dalam pelaksanaan proses produksi

Fungsi yang menindaklanjuti dalam kegiatan proses produksi. Sebab walaupun urutan kerja dan waktu kerja sudah disusun dengan baik, kemudian diberikan perintah untuk memulai suatu pekerjaan, bukan berarti semua proses produksi dapat berjalan dengan yang diharapkan. Bisa saja terjadi penyimpangan-penyimpangan proses produksi sehingga masih perlu adanya tindak lanjut dalam proses produksi. Diharapkan dengan adanya tindak lanjut ini penyimpangan-penyimpangan proses produksi, keterlambatan dan berbagai macam hal yang mengganggu kelancaran dalam proses produksi sehingga sebisa mungkin dapat diatasi ataupun dihindari.

2.4 Pengertian Peramalan

Berdasarkan pendapat Freddy Rangkuti (2005), perencanaan kapasitas produksi yang baik harus sesuai dengan besarnya kebutuhan permintaan. Kondisi pada waktu yang datang tidaklah dapat diperkirakan secara pasti sehingga orang bisnis mau tidak mau bekerja dengan berorientasi pada kondisi waktu yang datang yang tidak pasti. Usaha untuk meminimalkan ketidakpastian itu lazim dilakukan dengan metode atau teknik peramalan tertentu.

Menurut Vincent Gaspersz (1998), Peramalan merupakan aktivitas fungsi bisnis yang memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Peramalan merupakan dugaan terhadap permintaan yang datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis. Peramalan menggunakan teknik-teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal.

Secara sederhana peramalan dapat diartikan sebagai proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa.

Peramalan tidak terlalu dibutuhkan dalam kondisi permintaan pasar yang stabil, karena perubahan permintaannya relatif kecil. Tetapi peramalan sangat dibutuhkan bila kondisi permintaan pasar bersifat kompleks dan dinamis.

Menurut Render (2001), peramalan biasanya dikelompokkan oleh horison waktu masa depan yang mendasarinya. Dilihat dari jangka waktu ramalan yang disusun, maka peramalan dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu:

1. Peramalan jangka pendek

Rentang waktu peramalan jangka pendek mencapai satu tahun tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan jangka pendek digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan dan tingkat produksi.

2. Peramalan jangka menengah

Peramalan jangka menengah biasanya berjangka tiga bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini sangat bermanfaat dalam perencanaan penjualan, perencanaan dan penganggaran produksi, penganggaran kas dan menganalisis berbagai rencana operasi.

3. Peramalan jangka panjang

Rentang waktu peramalan jangka menengah biasanya tiga tahun atau lebih digunakan dalam merencanakan produk baru, pengeluaran modal lokasi fasilitas atau ekspansi dan penelitian serta pengembangan.

Berdasarkan pendapat Sofjan Assauri (1999) Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusunan yang baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan, yaitu:

1. Pertama, menganalisa data yang lalu. Tahap ini berguna untuk pola yang terjadi pada masa lalu. Analisis ini dilakukan dengan cara membuat tabulasi dari data yang lalu.

Suatu langkah yang penting dalam memilih metode analisis deret waktu adalah mempertimbangkan jenis pola yang terdapat dari data observasi sehingga metode tersebut dapat di test. Ada empat jenis pola data:

a. Pola horizontal atau *stationary*, Bila nilai-nilai dari data observasi berfluktuasi sekitar nilai konstan rata-rata atau dapat dikatakan pola ini sebagai *stationary* pada rata-rata hitungnya (*means*). Misal suatu produk mempunyai jumlah penjualan yang tidak naik atau turun selama beberapa waktu.

b. Pola musiman atau *seasonal*, bila suatu deret waktu dipengaruhi oleh faktor musim (seperti kuartalan, bulanan, mingguan, harian). Data runtut waktu yang berkaitan dengan adanya kejadian yang berulang secara teratur dalam setiap

tahun. Misal volume penjualan buku pelajaran pada awal-awal tiap tahun ajaran baru.

c. Pola siklus, bila data observasi dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang yang berkaitan atau tergabung dengan siklus usaha. Ada produk yang penjualannya menunjukkan pola siklus seperti mobil sedan, besi baja, dan perkakas atau peralatan bengkel.

d. Pola *trend*, bila ada penambahan/kenaikan atau penurunan dari data observasi untuk jangka panjang. Pola ini terlihat pada penjualan produk dari banyak perusahaan. Merupakan komponen data runtut waktu yang berkaitan dengan adanya kecenderungan (meningkat atau menurun) dalam jangka panjang (biasanya sepuluh tahun atau lebih).

2. Kedua, menentukan metode yang dipergunakan. Metode peramalan yang baik adalah metode yang memberikan hasil ramalan yang tidak jauh berbeda dengan kenyataan yang terjadi.

2.5 Metode Peramalan

Menurut Nasution (2003), terdapat beberapa komponen dalam penggunaan metode peramalan, komponen tersebut dijabarkan sebagai berikut.

1. Metode *Moving Average*

Moving Average (MA) diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru. Tujuan utama dari penggunaan teknik peramalan ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu. Tujuan ini dicapai dengan merata-ratakan beberapa nilai data secara bersama-sama, dan menggunakan nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan permintaan untuk periode yang akan datang. Disebut rata-rata bergerak karena begitu setiap data aktual permintaan baru deret waktu tersedia maka data aktual permintaan yang paling terdahulu akan dikeluarkan dari perhitungan kemudian suatu nilai rata-rata baru akan dihitung. Secara matematis, maka *Moving Average* (MA) akan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$MA = \frac{A_t + A_{t+1} + \dots + A_{t+n+1}}{N} \quad (2-1)$$

Sumber: Nasution (2003)

Dimana:

A_t = Permintaan aktual pada periode ke-t

N = Jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan MA

Karena data aktual yang dipakai untuk perhitungan MA berikutnya selalu dihitung dengan mengeluarkan data yang paling terdahulu, maka

$$MA = MA_{t-1} \frac{A_t + A_{t-N}}{N} \quad (2-2)$$

Sumber: Nasution (2003)

2. Metode *Weight Moving Average*

Metode ini hampir sama dengan metode *Moving Average*, namun perbedaannya nilai setiap periode sebelumnya diberi bobot sesuai jangka waktunya. Nilai produksi satu periode sebelumnya memiliki bobot yang lebih besar dari nilai produksi dua periode sebelumnya, dan nilai produksi dua periode sebelumnya ini memiliki bobot yang lebih besar dari nilai produksi tiga periode sebelumnya.

$$F_{t-1} = W_t \cdot X_t + W_{t-1} \cdot X_{t-1} + \dots + W_{t-N+1} \cdot X_{t-N+1} \quad (2-3)$$

Sumber: Nasution (2003)

Dimana:

F_{t-1} = Nilai ramalan pada periode $t-1$

W_t = Bobot nilai aktual periode t

W_{t-1} = Bobot nilai aktual periode $t-1$

X_t = Nilai aktual periode t

X_{t-1} = Nilai aktual periode $t-1$

Bobot periode $t > t-1$

Bobot Periode $t+1 > t-2$

3. Metode *Single Exponential Smoothing*

Pemulusan eksponensial merupakan metode peramalan dimana data kegiatan yang terakhir dianggap memiliki probabilitas yang lebih besar untuk berulang dari pada data kegiatan sebelumnya dan menurun secara eksponensial. Metode penghalusan eksponensial ini memerlukan data yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode rata-rata bergerak, dan karena itu merupakan metode peramalan jangka pendek yang banyak dipergunakan dalam praktek. Metode eksponensial ini cocok dipakai untuk data yang fluktuasinya relatif besar, dan jumlah data yang terbatas.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2-4)$$

Sumber: Nasution (2003)

Dimana:

F_t = Nilai ramalan untuk periode ke- t

F_{t-1} = Nilai ramalan untuk satu periode yang lalu ($t-1$)

A_{t-1} = Nilai aktual untuk satu periode yang lalu ($t-1$)

α = Konstanta pemulusan (*exponential constanta*)

Nilai konstanta pemulusan $0 < \alpha < 1$

Apabila pola historis dari data aktual permintaan tidak stabil, maka pilih α mendekati

1. Namun apabila pola data historis aktual permintaan relatif stabil maka menggunakan α mendekati 0.

4. Metode Regresi

1. Konstan

Persamaan garis yang menggambarkan pola konstan adalah:

$$Y'(t) = a \quad \text{dimana } a = \text{konstanta}$$

Untuk mendapatkan nilai (a) maka dapat didekati melalui turunan kuadrat terkecilnya (*least square*) terhadap (a) sebagai berikut:

$$E = \sum_{i=1}^n [Y(t) - a]^2 \quad (2-5)$$

$$\frac{dE}{da} = 0 \quad \text{diperoleh } -2 \sum_{i=1}^n [Y(t) - a] = 0$$

$$-2 \sum_{i=1}^n [Y(t) - a] = 0; \text{ maka } \sum_{i=1}^n Y(t) - na = 0$$

Sehingga: $\frac{\sum_{i=1}^n Y(t)}{n} = a$; dimana n = jumlah periode peramalan

Sumber: Nasution (2003)

Jadi, apabila pola data berbentuk konstan, maka peramalannya dapat didekati dengan harga rata-rata dari data tersebut.

2. Linear

Regresi Linear Sederhana adalah Metode Statistik yang berfungsi untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara Variabel Faktor Penyebab (X)

terhadap Variabel Akibatnya. Faktor Penyebab pada umumnya dilambangkan dengan X atau disebut juga dengan *Predictor* sedangkan Variabel Akibat dilambangkan dengan Y atau disebut juga dengan *Response*. Regresi Linear

Sederhana atau sering disingkat dengan SLR (*Simple Linear Regression*) juga merupakan salah satu Metode Statistik yang dipergunakan dalam produksi untuk melakukan peramalan ataupun prediksi tentang karakteristik kualitas maupun Kuantitas. Model Persamaan Regresi Linear Sederhana adalah seperti berikut ini.

$$Y = a + bX \quad (2-6)$$

Sumber: Nasution (2003)

Dimana:

$Y =$ *Dependent variable* (variabel yang dicari/hasil peramalan)

$X =$ *Independent variable* (variabel yang mempengaruhinya)

a dan b = Merupakan parameter yang harus dicari. Untuk mencari nilai a dapat digunakan dengan menggunakan rumus:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (2-7)$$

Sumber: Nasution (2003)

$n =$ Periode

kemudian nilai b dapat dicari dengan rumus:

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2-8)$$

Sumber: Nasution (2003)

$n =$ Periode

3. Kuadratis

Dengan fungsi peramalan:

$$Y_t = a + b \cdot t + c \cdot t^2 \quad (2-9)$$

Dimana:

$$\delta = \sum x \sum Y - n \sum x Y \quad (2-10)$$

$$\theta = \sum x^2 \sum Y - n \sum x^2 Y \quad (2-11)$$

$$\beta = (\sum x)^2 - n \sum x^2 \quad (2-12)$$

$$\alpha = \sum x \sum x^2 - n \sum x^3 \quad (2-13)$$

$$\rho = (\sum x^2)^2 - n \sum x^4 \quad (2-14)$$

$$b = \frac{\partial \delta - \theta a}{\partial \beta - \alpha^2} \quad (2-15)$$

$$c = \frac{\theta - \beta a}{\rho} \quad (2-16)$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum x - c \sum x^2}{n} \quad (2-17)$$

Sumber: (Ginting, 2007)

Langkah-langkah dalam melakukan analisis regresi linear sederhana adalah:

- Tentukan tujuan dari melakukan analisis regresi linear sederhana
- Identifikasikan variabel faktor penyebab (*predictor*) dan variabel akibat (*response*)
- Lakukan pengumpulan data
- Hitung X^2 , Y^2 , XY dan total dari masing-masingnya

- e. Hitung X^2 , Y^2 , XY dan total dari masing-masingnya
- f. Hitung a dan b berdasarkan rumus diatas
- g. Buatlah model persamaan regresi linear sederhana
- h. Lakukan prediksi atau peramalan terhadap variabel faktor penyebab atau variabel akibat

2.7.1 Analisis Kesalahan Peramalan

Melakukan peramalan tidak akan lepas dari kesalahan, karena itu didalam peramalan terdapat ukuran kesalahan. Menurut Nachrowi D, dan Hardius Usman (2004) menyatakan bahwa sebenarnya membandingkan kesalahan peramalan adalah suatu cara sederhana, apakah suatu teknik peramalan tersebut patut dipilih untuk digunakan membuat peramalan data yang sedang kita analisa atau tidak. Menurut Vincent Gaspers (2005) dalam bukunya menyebutkan akurasi peramalan akan semakin tinggi apabila nilai-nilai MAD, MSE, dan MAPE semakin kecil. Parameter kesalahan suatu hasil peramalan itu dijabarkan dalam rumus (2-8) sampai rumus (2-11).

1. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD merupakan ukuran pertama kesalahan peramalan keseluruhan untuk sebuah model. Nilai ini dihitung dengan mengambil jumlah nilai absolut dari tiap kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah periode data (n). *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD berguna ketika mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. Nilai MAD dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$MAD = \frac{\sum(\text{absolut dari } forecast \text{ errors})}{n} \quad (2-18)$$

Sumber: Vincent Gaspers (2005)

2. *Mean Square Error* (MSE)

MSE merupakan cara kedua untuk mengukur kesalahan peramalan keseluruhan. MSE merupakan rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diramalkan dan yang diamati. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. Kekurangan penggunaan MSE adalah bahwa ia cenderung menonjolkan deviasi yang besar karena adanya pengkuadratan.

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} = \frac{\sum (X_i - F_i)^2}{n} \quad (2-19)$$

Sumber: Vincent Gaspers (2005)

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Masalah yang terjadi dengan MAD dan MSE adalah bahwa nilai mereka tergantung pada besarnya unsur yang diramal. Jika unsur tersebut dihitung dalam satuan ribuan, maka nilai MAD dan MSE bisa menjadi sangat besar. Untuk menghindari masalah ini, kita dapat menggunakan MAPE. MAPE dihitung sebagai rata-rata diferensiasi absolut antara nilai yang diramal dan aktual, dinyatakan sebagai persentase nilai aktual. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata.

$$MAPE = \frac{\sum \frac{e_i}{X_i} \times 100\%}{n} = \frac{\sum \frac{|X_i - F_i|}{n} \times 100\%}{n} \quad (2-20)$$

Sumber: Vincent Gaspers (2005)

4. Tracking Signal

Validasi peramalan dilakukan dengan *tracking signal*. *Tracking signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu peramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. Nilai *Tracking Signal* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Tracking\ Signal = \frac{RSFE}{MAD} \quad (2-21)$$

Sumber: Vincent Gaspers (2005)

Tracking signal yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada ramalan, sedangkan *tracking signal* yang negatif berarti nilai aktual permintaan lebih kecil daripada ramalan. *Tracking signal* disebut baik apabila memiliki RSFE yang rendah, dan mempunyai *positive error* yang sama banyak atau seimbang dengan *negative error*, sehingga pusat dari *tracking signal* mendekati nol.

Tracking signal yang telah dihitung dapat dibuat peta kontrol untuk melihat kelayakan data di dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

2.6 Penjadwalan Produksi

Penjadwalan (Scheduling) adalah salah satu kegiatan yang penting dalam proses produksi ataupun pekerjaan suatu proyek. Penjadwalan digunakan sebagai dasar untuk mengalokasikan sumber daya yang akan digunakan, pembelian material dan merencanakan proses produksi. Penjadwalan yang baik akan memberikan dampak yang positif terhadap

kelancaran produksi serta meminimalkan waktu dan biaya produksi. Penjadwalan Produksi dapat didefinisikan sebagai proses mengatur, mengendalikan dan mengoptimalkan kerja dalam proses produksi atau proses manufaktur. Dengan kata lain, Penjadwalan produksi adalah penentuan waktu dan tempat dimana suatu proses produksi harus dilakukan untuk mendapatkan dengan jumlah yang diinginkan.

Menurut Abrar Husen (2009), penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Sedangkan pengertian penjadwalan menurut Vollman (1998), Penjadwalan adalah rencana pengaturan urutan kerja serta pengalokasian sumber, baik waktu maupun fasilitas untuk setiap operasi yang harus diselesaikan.

2.7 Metodologi Penjadwalan

Metodologi Penjadwalan Produksi pada dasarnya tergantung pada jenis industri, organisasi, jenis produk dan tingkat kecanggihannya dalam memproduksi sudah produk. Berikut ini adalah beberapa metodologi dalam penjadwalan proses produksi.

2.7.1 Gantt Chart

Gantt Chart adalah sejenis grafik batang (*bar chart*) yang digunakan untuk menunjukkan tugas-tugas pada proyek serta jadwal dan waktu pelaksanaannya, seperti waktu dimulainya tugas tersebut dan juga batas waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tugas yang bersangkutan. *gantt chart* merupakan salah satu alat yang sangat bermanfaat dalam merencanakan penjadwalan dan memantau kegiatan pada suatu proyek, mengkomunikasikan kegiatan-kegiatan yang harus dilaksanakan dan juga status pelaksanaannya. Dalam *gantt chart* juga dapat dilihat urutan kegiatan ataupun tugas yang harus dilakukan berdasarkan prioritas waktu yang ditentukan.

Gantt Chart merupakan grafik yang sederhana, Cara membuatnya juga cukup mudah. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam membuat Gantt Chart serta cara penggunaannya.

1. Mengidentifikasi Tugas

- Mengidentifikasi Tugas yang perlu diselesaikan pada Proyek
- Menentukan Milestone (bagian pekerjaan dari suatu tugas) dengan menggunakan Brainstorming ataupun Flow chart
- Mengidentifikasi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu tugas
- Mengidentifikasi urutan pekerjaan ataupun tugas yang akan dikerjakan. Seperti Tugas yang harus diselesaikan sebelum memulai suatu tugas yang baru ataupun tugas-tugas apa yang harus dilakukan secara bersamaan (Simultan)

2. Menggambarkan Sumbu Horizontal

Gambarkan sumbu horizontal untuk waktu pelaksanaannya (dapat diletakan diatas atau dibawah halaman). Tandai dengan skala waktu yang sesuai (bisa dalam harian maupun mingguan).

3. Menuliskan Tugas ataupun Bagian Pekerjaan

Tuliskan Tugas atau bagian pekerjaan (milestone) yang akan dikerjakan berdasarkan urutan waktu pada bagian kiri. Gambarkan Diagram Batang (Bar Graph) untuk menunjukkan rentang waktu yang diperlukan untuk melakukan tugas yang bersangkutan.

Gambarkan kotak dari kiri dimana waktu Tugas tersebut dimulai sampai pada waktu tugas yang bersangkutan berakhir. Jika diperlukan presentasi kepada Manajemen perusahaan, gambarkan bentuk Intan (Diamond) pada tanggalnya. Gambarkan tepinya saja dan kotak tersebut jangan diisi.

4. Melakukan Pemeriksaan kembali

Lakukan pemeriksaan kembali, apakah semua tugas atau bagian pekerjaan untuk Proyek tersebut sudah tertulis semuanya ke dalam Gantt Chart.

2.7.2 Aturan Keputusan Prioritas (*Priority Decision Rules*)

Priority decision rules jika disederhanakan pengertiannya adalah pedoman untuk menentukan di urutan manakah suatu pekerjaan / *order* akan dikerjakan. Dalam beberapa perusahaan aturan ini berperan sebagai *priority planning systems* seperti pada sistem MRP.

2.7.3 PERT/CPM

PERT merupakan singkatan dari Program Evaluation and Review Technique (teknik menilai dan meninjau kembali program), sedangkan CPM adalah singkatan dari Critical Path Method (metode jalur kritis) dimana keduanya merupakan suatu teknik manajemen.

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan.

“PERT adalah suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek” (Febrianto,2011). PERT merupakan singkatan dari Program Evaluation and Review Technique (teknik menilai dan meninjau kembali program), teknik PERT adalah

suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek (Upadi,2011). Tujuan dari PERT adalah pencapaian suatu taraf tertentu dimana waktu merupakan dasar penting dari PERT dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek. Dalam metode PERT dan CPM masalah utama yaitu teknik untuk menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya dengan maksud pekerjaan-pekerjaan yang telah dijadwalkan itu dapat diselesaikan secara tepat waktu serta tepat biaya. Menurut Jesse dan Desirae (2009), *Critical Path Method* (CPM) adalah salah satu metode analisis yang berbasis algoritma yang digunakan untuk penjadwalan serangkaian proses kegiatan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada CPM, sama dengan yang digunakan pada PERT. Perbedaan yang terlihat adalah bahwa PERT menggunakan activity oriented, sedangkan dalam CPM menggunakan event oriented. Pada activity oriented anak-panah menunjukkan activity atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktivitasnya, sedang event oriented pada peristiwa yang merupakan pokok perhatian dari suatu aktivitas. Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

1. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh evaluator.
2. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
3. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
4. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presidentil), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.

2.7.4 Linear Programming

Linear programming adalah salah satu teknis analisis dari kelompok teknik riset operasional yang menggunakan model matematik. Tujuannya adalah untuk mencari, memilih dan menentukan alternatif yang terbaik dari antara sekian alternatif grafis dan metode analisis secara aljabar (metode simpleks) (Nasendi dan Anwar, 1985 dalam Tarmizi, 2005). Menurut (Bustani, 2005), fungsi dalam program linear terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Fungsi tujuan, yaitu fungsi mengarahkan analisis untuk mendeteksi tujuan perumusan masalah.
2. Fungsi kendala/batasan, yaitu fungsi yang mengarahkan analisis untuk mengetahui sumber daya yang tersedia dan permintaan atas sumber tersebut.

Tujuan dari *linear programming* yaitu suatu hasil untuk dapat mencapai tujuan yang telah ditentukan dengan cara yang paling optimal diantara semua alternatif yang memungkinkan dengan kondisi batasan yang ada atau tersedia. Setiap masalah yang memiliki kesesuaian metode matematis dengan format umum bagi *linear programming* merupakan masalah bagi *linear programming*. Selanjutnya dengan prosedur penyelesaian yang efisien, dinamakan metode simpleks, yang tersedia untuk dapat menyelesaikan masalah-masalah *linear programming*.

Masalah pemrograman dapat diselesaikan dengan linear program ketika memenuhi tiga kondisi berikut.

1. Variabel-variabel keputusan yang terlibat harus positif.
2. Kriteria untuk memilih nilai optimal dari variabel keputusan dapat dikondisikan sebagai fungsi linear. Fungsi kriteria ini biasa disebut fungsi objektif.
3. Aturan operasi yang mengarahkan proses dapat dikondisikan sebagai suatu set persamaan atau pertidaksamaan linear. Set tersebut dinamakan fungsi pembatas.

Problem program linear dapat di rumuskan dengan bantuan model matematika atau dengan kata lain diskripsi problem linear dapat ditetapkan dengan menggunakan hubungan yang disebut *straight line* atau linear.

Persamaan yang dapat di selesaikan dengan menggunakan *linear programming* adalah untuk mengoptimalkan dengan keterbatasan sumber daya yang dinyatakan dalam persamaan (=) atau ketidaksamaan (< atau >).

2.7.4.1 Asumsi *Linear Programming*

Linear programming adalah suatu teknis matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah memaksimalkan keuntungan, namun karena terbatasnya sumber daya, maka dapat juga perusahaan meminimalkan biaya. *Linear Programming* memiliki empat ciri khusus yang melekat, yaitu:

1. Penyelesaian masalah mengarah pada pencapaian tujuan maksimisasi atau minimisasi
2. Kendala yang ada membatasi tingkat pencapaian tujuan
3. Ada beberapa alternatif penyelesaian
4. Hubungan matematis bersifat linear

Model *linear programming* mengandung asumsi-asumsi tertentu yang harus dipenuhi agar definisinya sebagai suatu masalah *linear programming* menjadi absah (Ayu, 1996). Membentuk suatu model *linear programming* perlu diterapkan asumsi-asumsi sebagai berikut.

1. *Linearity*, fungsi obyektif dan kendala haruslah merupakan fungsi linear dan variabel keputusan. Tingkat peubah atau kemiringan hubungan fungsional adalah konstan.
2. *Divisibility*, solusi tidak harus bilangan bulat atau bilangan pecahan dengan demikian variabel keputusan merupakan variabel kontinu sebagai lawan dari variabel diskrit atau bilangan bulat.
3. Deterministik, mencerminkan kondisi masa depan maupun sekarang dan keadaan masa depan sangat sulit untuk diketahui.
4. *Homogeneity*, memiliki arti yaitu sumber daya yang digunakan dalam proses harus sama.
5. *Non negativity*, nilai variabel keputusan harus > 0 .
6. Semua konstanta C_j A_j B_j diasumsikan memiliki nilai yang pasti.

Secara teknis, ada lima syarat tambahan dari permasalahan *linear programming* yang harus diperhatikan yang merupakan asumsi dasar, Karakteristik yang biasa digunakan dalam persoalan *linear programming* sebagai berikut (Siringoringo, 2005).

1. Sifat linearitas suatu kasus dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa cara. Secara statistik, kita dapat memeriksa kelinearan menggunakan grafik (diagram pencar) ataupun menggunakan uji hipotesa. Secara teknis, linearitas ditunjukkan oleh adanya sifat proporsionalitas, additivitas, divisibilitas dan kepastian fungsi tujuan dan pembatas.

2. Sifat proporsional dipenuhi jika kontribusi setiap variabel pada fungsi tujuan atau penggunaan sumber daya yang membatasi proporsional terhadap level nilai variabel. Jika harga per unit produk misalnya adalah sama berapapun jumlah yang dibeli, maka sifat proporsional dipenuhi. Atau dengan kata lain, jika pembelian dalam jumlah besar mendapatkan diskon, maka sifat proporsional tidak dipenuhi. Jika penggunaan sumber daya per unitnya tergantung dari jumlah yang diproduksi, maka sifat proporsionalitas tidak dipenuhi.
3. Sifat additivitas mengasumsikan bahwa tidak ada bentuk perkalian silang diantara berbagai aktivitas, sehingga tidak akan ditemukan bentuk perkalian silang pada model. Sifat additivitas berlaku baik bagi fungsi tujuan maupun pembatas (kendala). Sifat additivitas dipenuhi jika fungsi tujuan merupakan penambahan langsung kontribusi masing-masing variabel keputusan. Untuk fungsi kendala, sifat additivitas dipenuhi jika nilai kanan merupakan total penggunaan masing-masing variabel keputusan. Jika dua variabel keputusan misalnya merepresentasikan dua produk substitusi, dimana peningkatan volume penjualan salah satu produk akan mengurangi volume penjualan produk lainnya dalam pasar yang sama, maka sifat additivitas tidak terpenuhi.
4. Sifat divisibilitas berarti unit aktivitas dapat dibagi ke dalam sembarang *level* fraksional, sehingga nilai variabel keputusan non integer dimungkinkan.
5. Sifat kepastian menunjukkan bahwa semua parameter model berupa konstanta. Artinya koefisien fungsi tujuan maupun fungsi pembatas merupakan suatu nilai pasti, bukan merupakan nilai dengan peluang tertentu.

2.7.4.2 Metode *Linear Programming*

Model program linear merupakan bentuk dan susunan dalam menyajikan masalah-masalah yang akan dipecahkan dengan teknik program linear. Dalam model program linear dikenal 2 macam fungsi, yaitu fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi-fungsi batasan (*constraint functions*). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran didalam permasalahan program linear yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal.

Soekarwati (1995) menyebutkan dalam *linear programming* terdapat 3 (tiga) persyaratan dalam pengoptimalan suatu persoalan, yaitu:

1. Dalam program linear harus ada fungsi tujuan yang dinyatakan dalam persamaan garis lurus fungsi Z atau $f(Z)$ yaitu sesuatu yang dimaksimumkan atau yang diminimumkan

$$Z = C1X1 + C2X2 + \dots + CnXn \tag{2-22}$$

Sumber: Soekarwati (1995)

Keterangan:

X = Aktivitas

C = Koefisien harga

Z = Nilai fungsi tujuan atau nilai yang dimaksimumkan atau diminimumkan

2. Dalam proram linear harus ada fungsi kendala yang dinyatakan dengan persamaan garis lurus:

$$A11X1 + A12X2 + \dots + A1nXn < B1 \tag{2-23}$$

$$A21X1 + A22X2 + \dots + A2nXn < B2$$

$$Am1X1 + Am2X2 + \dots + AmnXn < Bm$$

Sumber: Soekarwati (1995)

Dimana C_j , A_{ij} dan B_i adalah masukan konstan yang sering disebut sebagai parameter model.

Keterangan:

m = Macam-macam batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

n = Macam aktivitas yang menggunakan atau fasilitas tersebut

i = Nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia

j = Nomor setiap macam aktivitas yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia

X_j = Tingkat aktivitas kegiatan atau variable keputusan

A_{ij} = Banyaknya sumber daya i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit output kejadian j

B_i = Banyaknya sumber atau fasilitas I yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap jenis aktivitas.

C_j = Sumbangan per unit kegiatan j

Pada masalah maksimisasi C_j menunjukkan keuntungan atau penerimaan per unit, pada kasus minimisasi C_j menunjukkan biaya per unit

3. Semua nilai x adalah positif atau sama dengan nol, dengan kata lain tidak boleh ada nilai x yang negatif. Dengan demikian, besarnya nilai koefisien input-output tidak boleh negatif ($x_1, x_2, \dots, x_n > 0$)



2.8 Pengenalan Software LINGO

LINGO adalah alat bantu yang didesain sangat luas untuk menyelesaikan permasalahan permasalahan riset operasi seperti program linier dengan lebih cepat, mudah dan efisien. LINGO menyediakan paket integrasi lengkap yang termasuk di dalamnya yaitu bahasa untuk optimasi model yang mudah dipahami.

Penggunaan software LINGO memiliki kegunaan untuk memudahkan perhitungan. Beberapa manfaat atau keunggulan software LINGO adalah sebagai berikut:

1. Pengekspresian Model

LINGO dapat membuat formula untuk permasalahan linier, non linier dan integer secara cepat dengan bentuk yang sangat mudah untuk dibaca dan dipahami. Bahasa permodelan LINGO dapat membuat model yang sangat mirip dengan model matematik yang sering dibuat manual di atas kertas.

2. Pilihan Data

Data yang akan diolah melalui software LINGO bisa merupakan data yang sebelumnya ditulis dalam sebuah database dan spreadsheets. Begitu pula dengan output solusi bisa dikeluarkan dalam bentuk database atau spreadsheet, sehingga pengguna bisa lebih mudah dalam pembuatan laporan sesuai dengan keinginan pengguna.

3. Penggunaan Solver

Dengan LINGO, pengguna tidak perlu menentukan atau memisahkan solver, karena LINGO akan membaca formulasi yang diberikan dan secara otomatis memilih solver yang tepat.

4. Model yang Interaktif

Pengguna dapat memanggil software LINGO langsung dari Excel macro atau aplikasi database lainnya. LINGO memiliki fungsi DLL dan OLE interfaces yang memungkinkan untuk dapat dipanggil dari aplikasi tertulis yang dimiliki pengguna.

5. Dokumentasi dan Bantuan

LINGO menyediakan semua alat bantu yang mungkin akan dibutuhkan untuk pembuatan dan running dari suatu model, sebagai contoh LINGO menyediakan teks diskusi dari kelas-kelas utama seperti optimasi program linier, non linier dan integer.

LINGO juga menyediakan beberapa contoh model dasar untuk dimodifikasi dan dikembangkan.



BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah tahap yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penyelesaian masalah yang sedang dibahas. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian agar proses penelitian dapat terarah, terstruktur dan sistematis. Pada bab ini juga akan dibahas meliputi jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, tahap pendahuluan, data dan jenis data, pengumpulan data, pengolahan data dan analisis perbaikan.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang ciri utamanya adalah memberikan penjelasan objektif, komparasi, dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang (Arikunto, 1998). Tujuan dari penelitian ini adalah mencari penjadwalan yang tepat bagi setiap petambak untuk memperbaiki waktu panen sehingga penumpukan ikan bandeng pada periode yang sama bisa dihindari.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa penambak bandeng di Desa Kalanganyar Kecamatan Sedadi Kota Sidoarjo dari bulan Maret 2017 sampai selesai.

3.3 Tahap Penelitian

Dalam tahap pendahuluan ini yang akan dilakukan sebagai berikut.

1. Survei Lapangan (*Field Research*)

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan sebagai persiapan awal di beberapa tambak untuk mendapatkan gambaran kondisi dari obyek sebenarnya yang akan diteliti. Survei lapangan dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain:

a. Observasi

Yaitu suatu metode pencatatan sistematis dengan pengamatan secara langsung. Pengamatan dilakukan pada Unit Produksi Beberapa tambak dengan cara mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di penambakan serta melakukan *interview* dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan penelitian ini.

b. *Brainstorming*

Merupakan metode *sharing* dan pengumpulan gagasan yang melibatkan banyak pihak yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2. Studi Literatur (*Library Research*)

Studi literatur sebagai pembelajaran teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti. Studi literatur diperoleh dari perpustakaan dengan buku mengenai peramalan perencanaan dan program linear dan referensi jurnal terkait pengerjaan menggunakan metode perencanaan peramalan dan penggunaan program linear untuk optimasi.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada budidaya tambak di daerah tersebut. Permasalahan yang terjadi di paguyuban ini yaitu terdapat panen bersamaan yang mengakibatkan *overload* di periode tertentu dan kekurangan ikan bandeng pada periode lainnya.

4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan hasil dari tahap identifikasi masalah. Topik penelitian dan identifikasi masalah berupa penjadwalan yang belum terorganisir yang dikaji serta ditetapkan tujuan dari permasalahan tersebut sehingga ditemukan penyelesaian masalah berupa hasil penjadwalan yang optimal.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian perlu ditetapkan agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang dibahas. Tujuan penelitian ini berupa perbaikan jadwal bagi penambak paguyuban untuk mendapatkan hasil optimal disetiap periode dalam kurun waktu 1 tahun.

3.4 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang secara langsung diambil dari objek penelitian oleh peneliti perorangan maupun organisasi yang diantaranya adalah hasil pengamatan, hasil pengukuran, dan hasil wawancara terhadap pihak terkait. Adapun data primer yang didapatkan dari pengamatan langsung mengenai proses produksi di beberapa tambak di Desa Kalanganyar sebagai berikut.

- a. Data biaya proses penambakan, meliputi biaya pembibitan, biaya pengolahan lahan, biaya pakan, dan biaya proses panen.
 - b. Data jumlah panen dari setiap penambak
 - c. Data permintaan pasar ke tengkulak
 - d. Data *overload* panen
2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan tidak secara langsung dari objek penelitian. Data sekunder berupa catatan mengenai data siklus dan ringkasan data paguyuban yang terletak di Desa Kalanganyar Kecamatan Sedadi Kabupaten Sidoarjo.

3.5 Metode Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data terhadap data yang telah diperoleh dari paguyuban. Data yang dikumpulkan tersebut berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif akan disajikan dalam bentuk tabel dan angka, sedangkan data kualitatif disajikan dalam bentuk uraian data.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif adalah analisis terhadap data-data yang berwujud angka-angka. Adapun tahapan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan peramalan permintaan dengan menggunakan metode regresi yang akan meramalkan permintaan tiap bulan pada tahun mendatang dengan menggunakan dasar pola data pada tahun-tahun sebelumnya.
2. Penentuan Formulasi Matematis berdasarkan model *linear programming*. Penentuan formulasi matematis dijabarkan menjadi tiga, yaitu penentuan variabel keputusan yang merupakan output yang dioptimalkan sehingga memenuhi kriteria kendala dan tujuan. Penentuan fungsi tujuan yang dalam penelitian ini berupa minimasi biaya produksi, dan juga penentuan fungsi kendala yang merupakan penentuan batasan-batasan dan ketentuan sumber daya yang dimiliki.
3. Menganalisis penjadwalan waktu panen yang tepat dengan sistem optimasi LINGO 11.0 untuk para penambak sehingga permintaan bisa dipenuhi sesuai dengan kebutuhan pasar dan menghindari terjadinya panen bersamaan antar penambak yang dapat mengakibatkan *overload*.

3.6 Analisis dan Pembahasan

Adapun analisis dan pembahasan yang dilakukan adalah:

1. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan secara menyeluruh terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan melakukan evaluasi komparasi biaya serta rata-rata kekurangan aktual setiap periode dengan perencanaan produksi tambak.

2. Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari penelitian ini yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisis yang menjawab tujuan penelitian yang ditetapkan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jadwal penambakan yang tepat sehingga penambak dalam paguyuban bisa mendapatkan keuntungan yang optimal.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan oleh penulis. Susunan proses yang dilakukan oleh penulis yaitu studi lapangan yang dilanjutkan dengan studi literatur, lalu dilanjutkan pengidentifikasian masalah serta merumuskan tujuan penelitian, yang kemudian dilanjutkan dengan proses pengumpulan data lalu pengolahan data serta melakukan analisis hasil pengolahan data yang diakhiri dengan kesimpulan dan saran.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas pengolahan data, yang terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data. Data yang dibutuhkan didapatkan dengan melakukan pengamatan langsung, wawancara dan pengambilan data sekunder. Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, akan dilakukan pengolahan dan analisis data sesuai dengan tahapan penelitian sehingga dapat menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

4.1 Deskripsi Objek Penelitian

Salah satu keunggulan dari negara Indonesia sebagai negara dengan perairan yang luas adalah hasil pangan dari sektor perikanan yang membuat banyak pebisnis mulai merambah ke usaha budidaya tambak. Untuk kota-kota di Indonesia yang berada dekat dengan pinggir laut menjadikan usaha ini sebagai sarana bisnis yang menjanjikan. Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia sendiri mencatat hasil budidaya tambak sendiri untuk tahun 2017 sejumlah 16.675.031,00 ton.

Salah satu lokasi yang memiliki banyak pebisnis budidaya tambak adalah Kabupaten Sidoarjo. Kab. Sidoarjo sendiri menggunakan udang dan bandeng sebagai simbol “S” pada papan selamat datang karena ikon yang begitu kuat terhadap hasil panen udang dan bandeng. Pada tahun 2017 Kab. Sidoarjo sudah memiliki luas lahan budidaya tambak sekitar 15.513,41 hektar yang tersebar di berbagai kecamatan.

Desa Kalanganyar merupakan salah satu desa dengan luas wilayah tambak terbesar di Kab. Sidoarjo. Salah satu hasil budidaya tambak yang terkenal dari desa ini adalah ikan bandeng. Kualitas ikan bandeng dari Kab. Sidoarjo sendiri mempunyai ciri khas tersendiri dikarenakan budidayanya yang tergolong tradisional. Cita rasa gurih yang dimiliki Kab. Sidoarjo membuat hasil ikan bandeng dari daerah ini memiliki keunggulan dibanding daerah lain.

4.1.1 Lokasi Wilayah

Lokasi dan letak Desa Kalanganyar, Kabupaten Sidoarjo dijelaskan sebagai berikut.

Desa : Kalanganyar

Kecamatan : Sedati

Kabupaten : Sidoarjo

Nomor Kode : 404.7.5.7

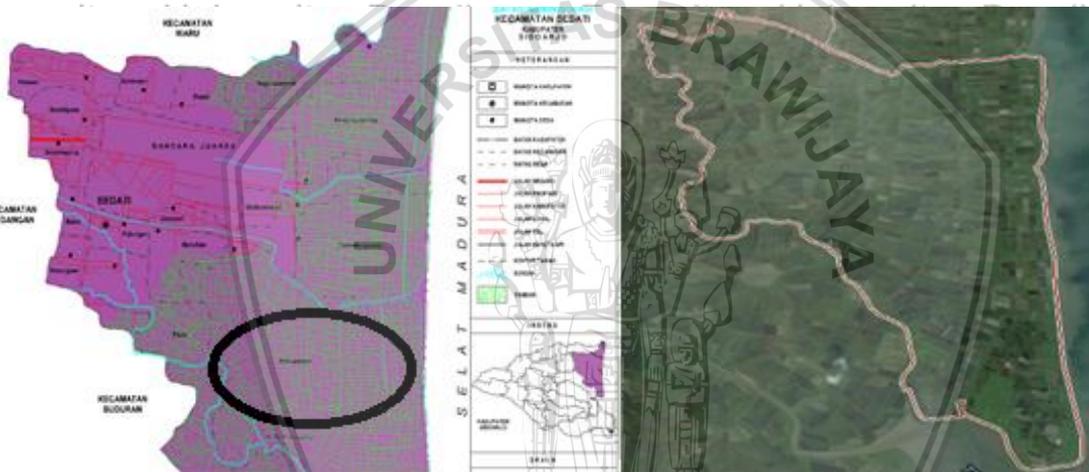
Luas Wilayah : 2.923 ha

- Batas Wilayah :
1. Sebelah utara : Desa Cemandi dan Desa Tambak Cemandi
 2. sebelah timur : Selat Madura
 3. sebelah selatan : Sungai Pepe dan Desa Sawohan
 4. sebelah barat : Desa Bucitan

Kondisi Geografis

1. Ketinggian tanah dan permukaan laut : 2,5 M
2. Topografi : Dataran rendah
3. Suhu udara rata-rata : 23 C° – 32 C°
4. Banyaknya curah hujan : 2.0000 mm/Th

Gambar 4.1 merupakan gambar Desa Kalanganyar yang terletak di Kecamatan Sedati



Gambar 4.1 Kecamatan Sedati

4.2 Pengumpulan Data

Desa Kalanganyar memiliki banyak pebisnis tambak yang membudidayakan tambak milik pribadi atau bersifat mengontrak. Pebisnis tambak ada yang menjalankan tambaknya secara personal dan juga mengelompok membentuk paguyuban. Paguyuban digunakan para penambak sebagai sarana untuk bertukar informasi dan berkumpul. Penelitian ini mengambil salah satu paguyuban sebagai sarana untuk menganalisis pengoptimalan keuntungan pembudidayaan tambak. Tabel 4.1 merupakan keanggotaan dari paguyuban tersebut.

Tabel 4.1

Keanggotaan Paguyuban

Nama	Luas (ha)	Nama	Luas (ha)
M. Ali Zabidi	5	H. Santoso	5
H. Hidayat R.	4	Rudi S.	6
Izzul	6	Fathur Ulum	4
Ikham Taufik	5	M. Suikhsan	4

Nama	Luas (ha)	Nama	Luas (ha)
H. Saini	6	Sunota	4
Imron	6	Rosyid	4
H. Budi S	6	H. Bambang	6
Sowi	5		

Sumber: Wawancara (tahun 2018)

Tabel 4.1 merupakan data keanggotaan yang masih aktif untuk ikut serta dalam paguyuban. Jumlah data lahan yang diperoleh merupakan data tahun 2017 baik lahan atas kepemilikan sendiri maupun bersifat mengontrak.

4.2.1 Data Hasil Panen

Keanggotaan paguyuban ini dibentuk atas dasar kekeluargaan dan bertujuan untuk silaturahmi. Paguyuban diketuai oleh satu orang yaitu Pak M. Ali Zabidi dan wakil ketua yaitu Pak Fathur Ulum. Ketua dan wakil paguyuban bertugas untuk mencatat keaktifan para penambak dan informasi mengenai bisnis penambakan. Tabel 4.2 merupakan hasil panen yang didapatkan anggota paguyuban di tahun 2017.

Tabel 4.2
Hasil Total Panen per Penambak pada Tahun 2017

Nama	Hasil Panen (kg)	Nama	Hasil Panen (kg)
M. Ali Zabidi	11.815	H. Santoso	11.517
H. Hidayat R	9.206	Rudi S	13.841
Izzul	13.274	Fathur Ulum	9.208
Ikham Taufik	11.611	M. Suikhsan	9.350
H. Saini	13.647	Sunota	9.422
Imron	13.898	Rosyid	9.320
H. Budi S	14.037	H. Bambang	14.016
Sowi	11.651		

Sumber: Wawancara (tahun 2018)

Hasil panen pada Tabel diatas merupakan total hasil panen yang didapat para penambak selama satu tahun penuh. Para penambak langsung mengirim hasil panen mereka ke tengkulak setiap kali proses panen ikan bandeng terjadi. Tengkulak bertugas sebagai gudang sekaligus pusat pengumpulan ikan bandeng bagi para penambak yang kemudian ikan bandeng tersebut akan disebar ke pasar.

4.2.2 Data Permintaan Pasar

Permintaan pasar terkadang lebih tinggi di salah satu periode dan di periode lain justru permintaan sedang rendah dan hasil panen justru lebih banyak. Tabel 4.3 permintaan pasar di tahun 2017.

Tabel 4.3
Permintaan per Periode

Bulan	Permintaan (kg)	Bulan	Permintaan (kg)
1	9466	7	17817
2	10198	8	18035
3	11309	9	13791
4	13881	10	12771
5	15290	11	12603
6	14076	12	11309

Sumber: Wawancara (2018)

Data pada Tabel 4.3 merupakan rata-rata permintaan ikan bandeng per kilogram selama tahun 2017. Dari data diatas terlihat perbedaan permintaan terhadap ikan bandeng yang cukup signifikan. Permintaan bulan lima, tujuh dan delapan yang tergolong tinggi yaitu berkisar antara 15.000 kg sampai 18.000 kg. Permintaan pada bulan satu dan dua belas yang terpaud rendah yaitu berkisar 10.000 kg dibanding bulan-bulan lainnya. Fluktuasi yang cukup signifikan ini berpengaruh pada keuntungan penambak sehingga penambak tidak mendapatkan keuntungan yang optimal per periodenya.

4.2.3 Data Fluktuasi Harga

Permintaan dan hasil panen yang kurang seimbang mengakibatkan perubahan harga di setiap periodenya. Perubahan yang terjadi cukup signifikan untuk beberapa periode. Hal ini mengakibatkan penambak tidak mendapatkan keuntungan yang optimal. Tabel 4.4 akan dijelaskan rata-rata harga ikan bandeng per periode di tahun 2017.

Tabel 4.4
Harga Ikan Bandeng per Periode

Bulan	Harga (Rp)	Bulan	Harga (Rp)
1	16.386	7	18.392
2	19.478	8	17.182
3	22.217	9	16.649
4	21.652	10	19.299
5	22.573	11	19.073
6	17.420	12	22.107

Sumber: Wawancara (2018)

Pada Tabel 4.4 terlihat perubahan harga yang begitu rendah pada bulan satu dan sembilan yang berkisar di harga Rp.16.000, sedangkan pada bulan lima dan dua belas harga begitu tinggi mencapai Rp.22.000. Perbedaan harga yang cukup jauh ini dapat mengakibatkan kerugian bagi penambak saat harga rendah.

4.2.4 Pengolahan Data

Pada pengolahan data yang akan dilakukan nantinya diharapkan dapat mengeluarkan hasil yang optimal untuk pembibitan yang akan dilakukan penambak sehingga mampu menjawab rumusan masalah pada penelitian ini. Dalam memenuhi tujuan tersebut, pengolahan data dikerjakan melalui 3 tahapan. Tahap pertama merupakan peramalan terhadap permintaan ikan bandeng per periode untuk mengetahui kebutuhan tengkulak akan jumlah bandeng yang harus dipanen untuk tahun 2018.

Untuk memilih metode peramalan yang nantinya digunakan, hal yang dilakukan pertama adalah mengetahui jenis data yang digunakan, kemudian melakukan pengolahan peramalan dengan metode-metode yang sesuai jenis data, setelah itu metode-metode yang telah dikerjakan dibandingkan dan kemudian dipilih dengan melihat dari nilai mean square error (MSE) yang terkecil. Tahap kedua yaitu membuat model formulasi matematis yang digunakan untuk menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan dan juga fungsi kendala yang sesuai dan akan digunakan untuk permasalahan tambak paguyuban.

Tahap ketiga yaitu melakukan optimasi terhadap jumlah bibit dan panen ikan bandeng menggunakan bantuan software LINGO 11.0 dengan metode linear programming.

Pemilihan penyelesaian optimasi menggunakan software LINGO 11.0 dikarenakan pada penelitian ini menggunakan variabel yang banyak sehingga membutuhkan bantuan *software* optimasi yang dapat mengolah dengan cepat dan tepat serta menyelesaikan formulasi matematis model *linear programming*.

4.2.5 Metode Peramalan

Peramalan permintaan ikan bandeng untuk tahun 2018 akan menggunakan data historis permintaan pada periode tahun 2017. Peramalan ini dilakukan untuk melihat perkiraan permintaan ikan bandeng pada tahun 2018 nantinya. Hasil peramalan ini digunakan sebagai pembatas fungsi kendala yaitu untuk meminimumkan biaya produksi dan jumlah pembibitan penambak. Berdasarkan pola kecenderungan data dan data yang digunakan adalah data per periode, maka dipilih model peramalan analisis deret waktu (*time series*) yaitu metode proyeksi kecenderungan dengan Regresi, antara lain metode konstan, linear dan kuadratis. Pada penelitian ini selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap beberapa metode peramalan, kemudian akan dipilih salah satu metode peramalan dengan nilai Mean Squared Error (MSE) yang terkecil.

4.2.5.1 Peramalan Permintaan Bandeng

Peramalan permintaan bandeng akan digunakan untuk mengetahui kebutuhan ikan bandeng disetiap periodenya. Metode peramalan yang digunakan ada tiga yaitu metode konstan, metode linear dan metode kuadratis. Berikut merupakan perhitungan peramalan terhadap permintaan ikan bandeng dengan menggunakan data dari tabel 4.3:

1. Metode Konstan

Perhitungan parameter peramalan dengan metode konstan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5

Peramalan Metode Konstan

Periode	X	Y
Bulan 1	1	9.466
Bulan 2	2	10.198
Bulan 3	3	11.309
Bulan 4	4	13.881
Bulan 5	5	15.290
Bulan 6	6	14.076
Bulan 7	7	17.817
Bulan 8	8	18.035
Bulan 9	9	13.791
Bulan 10	10	12.771
Bulan 11	11	12.603
Bulan 12	12	11.309
Σ		160.546

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter untuk peramalan pada Tabel 4.5, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke dalam rumus peramalan metode Konstan.

$$\text{rumus: } Y_{13} = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{160.546}{13} = 12.349,69$$

Hasil peramalan metode konstan untuk kebutuhan permintaan ikan bandeng pada bulan Januari tahun 2018 adalah sebesar 12.349,69 kg.

2. Metode Linear

Perhitungan parameter dengan metode peramalan Linear dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Peramalan Metode Linear

Bulan	X	Y	XY	X ²
Januari	1	9.466	9.466	1
Februari	2	10.198	20.396	4
Maret	3	11.309	33.927	9
April	4	13.881	55.524	16
Mei	5	15.290	76.450	25
Juni	6	14.076	84.456	36
Juli	7	17.817	124.719	49
Agustus	8	18.035	144.280	64
September	9	13.791	124.119	81

Bulan	X	Y	XY	X ²
Oktober	10	12.771	127.710	100
November	11	12.603	138.633	121
Desember	12	11.309	135.708	144
Σ	78	160.546	1.075.388	650

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter untuk peramalan pada Tabel 4.6, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke dalam rumus peramalan metode linear.

$$Y = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{(12 \times 1.075.388) - (78 \times 160.546)}{(12 \times 650) - (78)^2} = 222,65$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} = \frac{314.546 - (222,65 \times 78)}{12} = 11.931,61$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga fungsi persamaan : } Y &= 11.931,61 + 222,65x \\ &= 11.931,61 + 222,65(13) \\ &= 14.826,06 \end{aligned}$$

3. Metode Kuadratis

Perhitungan parameter dengan metode peramalan kuadratis dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7
Peramalan Metode Kuadratis

Bulan	X	Y	XY	X ²	X ³	X ⁴	X ² Y
Januari	1	9.466	9.466	1	1	1	9.466
Februari	2	10.198	20.396	4	8	16	40.792
Maret	3	11.309	33.927	9	27	81	101.781
April	4	13.881	55.524	16	64	256	222.096
Mei	5	15.290	76.450	25	125	625	382.250
Juni	6	14.076	84.456	36	216	1.296	506.736
Juli	7	17.817	124.719	49	343	2.401	873.033
Agustus	8	18.035	144.280	64	512	4.096	1.154.240
September	9	13.791	124.119	81	729	6.561	1.117.071
Oktober	10	12.771	127.710	100	1.000	10.000	1.277.100
November	11	12.603	138.633	121	1.331	14.641	1.524.963
Desember	12	11.309	135.708	144	1.728	20.736	1.628.496
Σ	78	160.546	1.075.388	650	6.084	60.710	8.838.024

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter untuk peramalan pada Tabel 4.7, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke dalam rumus peramalan metode kuadratis.

$$\delta = \sum x \sum Y - n \sum x Y = (78 \times 160.546) - (12 \times 1.075.388) = -382.068$$

$$\theta = \sum x^2 \sum Y - n \sum x^2 Y = (650 \times 160.546) - (12 \times 8.838.024) = -1.701.388$$

$$\beta = (\sum x)^2 - n \sum x^2 = (78)^2 - (12 \times 650) = -1.716$$

$$\alpha = \sum x \sum x^2 - n \sum x^3 = (78 \times 650) - (12 \times 6.084) = -22.308$$

$$\hat{\sigma} = (\sum x^2)^2 - n \sum x^4 = (650)^2 - (12 \times 60.710) = -306.020$$

$$b = \frac{\hat{\sigma} \hat{\sigma}_a}{\hat{\sigma} \hat{\sigma}_a^2} = \frac{(-306.020 \times -382.068) - (-1.701.388 \times -22.308)}{(-306.020 \times -1.716) - (-22.308^2)} = 2873,21$$

$$c = \frac{\hat{\sigma} \hat{\sigma}_a}{\hat{\sigma}} = \frac{(-1.701.388) - (2.873,21 \times -22.308)}{-306.020} = -203,88$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum x + c \sum x^2}{n} = \frac{(160.546) - (2.873,21 \times 78) - (-203,88 \times 650)}{12} = 5746,95$$

Fungsi persamaan peramalan dengan fungsi kuadratis menjadi:

$$Y = 5.746,95 + 2873,21x - 203,88x^2$$

$$Y_{13} = 5.746,95 + 2.873,21(13) - 203,88(13^2)$$

$$Y_{13} = 77.556,09$$

Setelah hasil peramalan dengan metode-metode diatas didapatkan, maka langkah berikutnya adalah memilih metode peramalan manakah yang sebaiknya digunakan.

Penelitian ini menggunakan nilai kesalahan yaitu *Mean Squared Error* (MSE). Pada Tabel 4.8 menunjukkan perhitungan nilai MSE untuk metode peramalan konstan.

Tabel 4.8

Perhitungan MSE dengan Metode Konstan

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	9.466	12.349,69	-2.884	8.315.681,33
2	10.198	11.467,57	-1.270	1.611.811,61
3	13.309	10.703,07	2.606	6.790.888,54
4	13.881	10.034,13	3.847	14.798.447,27
5	15.290	9.443,88	5.846	34.177.091,54
6	14.076	8.919,22	5.157	26.592.357,05
7	17.817	8.449,79	9.367	87.744.633,04
8	19.035	8.027,30	11.008	121.169.459,29
9	13.791	7.645,05	6.146	37.772.730,67
10	14.771	7.297,55	7.473	55.852.522,84
11	12.603	6.980,26	5.623	31.615.195,33
12	11.309	6.689,42	4.620	21.340.550,17
\sum				447.781.368,68
$MSE = \frac{\sum^n (x_t - Y_t)^2}{12}$				37.315.114,06

Pada Tabel 4.9 menunjukkan perhitungan nilai MSE untuk metode peramalan linear.

Tabel 4.9

Perhitungan MSE dengan Metode Linear

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	9.466	14.826,06	-5.360	28.730.249,7
2	10.198	15.048,71	-4.851	23.529.396,78
3	11.309	15.271,36	-3.962	15.700.307,11

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
4	13.881	15.494,01	-1.613	2.601.806,599
5	15.290	15.716,66	-427	182.040,4662
6	14.076	15939,31235	-1.863	3471932,93
7	17.817	16161,9627	1.655	2739148,451
8	18.035	16384,61305	1.650	2723777,073
9	13.791	16607,2634	-2.816	7931339,557
10	12.771	16829,91375	-4.059	16474780,85
11	12.603	17052,5641	-4.450	19798620,7
12	11.309	17275,21445	-5.966	35595714,89
\sum				159479115,1
MSE = $\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - Y_t)^2}{12}$				13289926,26

Pada Tabel 4.10 menunjukkan perhitungan nilai MSE untuk metode peramalan kuadratis.

Tabel 4.10
Perhitungan MSE dengan Metode Kuadratis

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	9.466	77556,0974	-68.090	4.636.261.364
2	10.198	85934,33217	-75.736	5.735.992.010
3	11.309	94720,34615	-83.411	6.957.452.667
4	13.881	103914,1394	-90.033	8.105.966.183
5	15.290	113515,7118	-98.226	9.648.290.456
6	14.076	123525,0634	-109.449	11.979.097.487
7	17.817	133942,1943	-116.125	13.485.060.753
8	18.035	144767,1044	-126.732	16.061.026.285
9	13.791	155999,7937	-142.209	20.223.341.007
10	12.771	167640,2622	-154.869	23.984.488.386
11	12.603	179688,51	-167.086	27.917.567.649
12	11.309	192144,537	-180.836	32.701.491.429
\sum				1.814.369.843
MSE = $\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - Y_t)^2}{12}$				15.119.669.640

Perbandingan nilai *Mean Standard Error* (MSE) dari metode peramalan konstan, metode peramalan linear dan metode peramalan kuadratis yang dilakukan dapat dilihat pada

Tabel 4.11.

Tabel 4.11
Perbandingan Nilai MSE Metode Peramalan

Metode Peramalan	Nilai MSE
Konstan	37.315.114,06
Linear	14.381.279,93
Kuadratis	160.705.87953

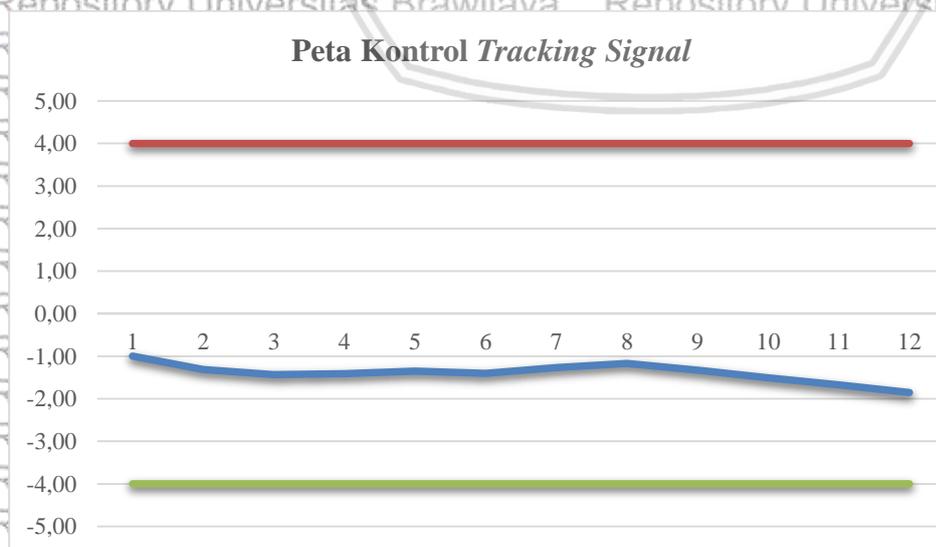
Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa metode peramalan dengan metode linear memiliki nilai MSE terkecil, kemudian diikuti oleh metode peramalan nilai MSE dan metode peramalan kuadratis dengan nilai MSE terbesar. Tabel 4.11 menjelaskan bahwa terdapat perbedaan nilai MSE yang cukup besar disetiap metode. Nilai MSE metode peramalan

kuadratis yang besar, menunjukkan bahwa pola data peramalan tidak mendekati pola konstan atau tetap. Pemilihan metode peramalan yang digunakan berdasarkan nilai MSE terkecil. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode peramalan linear untuk meramalkan permintaan ikan bandeng pada tahun 2018. Setelah didapatkan metode peramalan dengan MSE terkecil sebagai metode yang akan digunakan, selanjutnya adalah memeriksa keandalan model peramalan yang dipilih berdasarkan peta kontrol *tracking signal*. Nilai-nilai *tracking signal* untuk model peramalan metode linear dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12
Nilai Tracking Signal Model Peramalan Terpilih

Periode (1)	Forecast (2)	Actual (3)	Error (4)=(3)-(2)	RSFE (5)=Kum(4)	absolut error (6)=abs(4)	Kum abs error (7)=kum(6)	MAD (8)=(7)/(1)	Tracking signal (9)=(5)/(8)
1	15.310,91	9.466	-5.844,91	-5.844,91	5.844,91	5.844,91	5.844,91	-1,00
2	15.544,05	10.198	-5.346,05	-11.190,96	11.190,96	17.035,87	8.517,93	-1,31
3	15.777,19	11.309	-4.468,19	-15.659,15	15.659,15	32.695,01	10.898,34	-1,44
4	16.010,33	13.881	-2.129,33	-17.788,48	17.788,48	50.483,49	12.620,87	-1,41
5	16.243,47	15.290	-953,47	-18.741,94	18.741,94	69.225,43	13.845,09	-1,35
6	16.476,61	14.076	-2.400,61	-21.142,55	21.142,55	90.367,99	15.061,33	-1,40
7	16.709,75	17.817	1.107,25	-20.035,30	20.035,30	110.403,29	15.771,90	-1,27
8	16.942,89	18.035	1.092,11	-18.943,19	18.943,19	129.346,48	16.168,31	-1,17
9	17.176,03	13.791	-3.385,03	-22.328,22	22.328,22	151.674,69	16.852,74	-1,32
10	17.409,17	12.771	-4.638,17	-26.966,38	26.966,38	178.641,08	17.864,11	-1,51
11	17.642,31	12.603	-5.039,31	-32.005,69	32.005,69	210.646,77	19.149,71	-1,67
12	17.875,45	11.309	-6.566,45	-38.572,14	38.572,14	249.218,91	20.768,24	-1,86

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa nilai-nilai tracking signal untuk model peramalan dengan Metode Kuadratis berada di dalam batas-batas yang dapat diterima (maksimum ± 4). Hal ini menunjukkan bahwa akurasi dari model peramalan Kuadratis dapat diandalkan karena semua nilai tracking signal berada dalam batas pengendalian tracking signal. Apabila nilai-nilai tracking signal dari model peramalan kuadratis dari Tabel 4.12 ditebarkan dalam peta kontrol tracking signal, akan tampak seperti dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta kontrol tracking signal

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai-nilai *tracking signal* peramalan berdasarkan metode peramalan linear, semuanya berada dalam batas kendali *tracking signal* yaitu (maksimum ± 4). Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa akurasi dari model peramalan metode linear dapat diandalkan.

Hasil data peramalan penambakan bandeng secara keseluruhan dengan menggunakan metode linear per periode pada tahun 2018 ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13

Hasil Peramalan Penambakan Bandeng per Periode pada Tahun 2018

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	9.466	14.826,06	-5.360	28.730.249,7
2	10.198	15.048,71	-4.851	23.529.396,78
3	11.309	15.271,36	-3.962	15.700.307,11
4	13.881	15.494,01	-1.613	2.601.806,599
5	15.290	15.716,66	-427	182.040,4662
6	14.076	15.939,31	-1.863	3.471.932,93
7	17.817	16.161,96	1.655	2.739.148,451
8	18.035	16.384,61	1.650	2.723.777,073
9	13.791	16.607,26	-2.816	7.931.339,557
10	12.771	16.829,91	-4.059	16.474.780,85
11	12.603	17.052,56	-4.450	19.798.620,7
12	11.309	17.275,21	-5.966	35.595.714,89
	Σ			159.479.115,1

4.2.5.2 Peramalan Harga Ikan Bandeng

Peramalan harga ikan bandeng digunakan untuk mengetahui perkiraan harga disetiap periode di tahun 2018. Metode peramalan yang digunakan ada tiga yaitu metode konstan, metode linear dan metode kuadratis. Berikut merupakan perhitungan peramalan terhadap harga ikan bandeng dengan menggunakan data dari tabel 4.4:

1. Metode Konstan

Perhitungan parameter peramalan dengan metode konstan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14

Peramalan Metode Konstan

Periode	X	Y
Bulan 1	1	16.386
Bulan 2	2	19.478
Bulan 3	3	22.217
Bulan 4	4	21.652
Bulan 5	5	22.573
Bulan 6	6	17.420
Bulan 7	7	18.392
Bulan 8	8	17.182
Bulan 9	9	16.649
Bulan 10	10	19.299
Bulan 11	11	19.073
Bulan 12	12	22.107

Periode	X	Y
Σ		232.428

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter untuk peramalan pada Tabel 4.14, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke dalam rumus peramalan metode konstan.

$$\text{rumus: } Y_{13} = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{232.428}{13} = 17.879,07$$

Hasil peramalan metode konstan untuk peramalan harga ikan bandeng pada bulan Januari tahun 2018 adalah sebesar 17.879,07 kg.

2. Metode Linear

Perhitungan parameter dengan metode peramalan linear dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15

Peramalan Metode Linear

Bulan	X	Y	XY	X ²
Januari	1	16.386	16.386	1
Februari	2	19.478	38.956	4
Maret	3	22.217	66.651	9
April	4	21.652	86.608	16
Mei	5	22.573	112.865	25
Juni	6	17.420	104.520	36
Juli	7	18.392	128.744	49
Agustus	8	17.182	137.456	64
September	9	16.649	149.841	81
Oktober	10	19.299	192.990	100
November	11	19.073	209.803	121
Desember	12	22.107	265.284	144
Σ	78	232.428	1.510.104	650

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter untuk peramalan pada Tabel 4.15, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke dalam rumus peramalan metode linear.

$$Y = a + bx$$

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{(12 \times 2052388) - (78 \times 314546)}{(12 \times 650) - (78)^2} = -4,74126$$

$$a = \frac{\Sigma Y - b \Sigma X}{n} = \frac{314546 - (54,81818 \times 78)}{12} = 19399,82$$

Sehingga fungsi persamaan : $Y = 19399,81818 + -4,74126x$

$$= 19399,81818 - 4,74126 (13)$$

$$= 19338,18182$$

3. Metode Kuadratis

Perhitungan parameter dengan metode peramalan linear dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16
Peramalan Metode Kuadratis

Bulan	X	Y	XY	X ²	X ³	X ⁴	X ² Y
Januari	1	16.386	16.386	1	1	1	16.386
Februari	2	19.478	38.956	4	8	16	77.912
Maret	3	22.217	66.651	9	27	81	199.953
April	4	21.652	86.608	16	64	256	346.432
Mei	5	22.573	112.865	25	125	625	564.325
Juni	6	17.420	104.520	36	216	1.296	627.120
Juli	7	18.392	128.744	49	343	2.401	901.208
Agustus	8	17.182	137.456	64	512	4.096	1.099.648
September	9	16.649	149.841	81	729	6.561	1.348.569
Oktober	10	19.299	192.990	100	1.000	10.000	1.929.900
November	11	19.073	209.803	121	1.331	14.641	2.307.833
Desember	12	22.107	265.284	144	1.728	20.736	3.183.408
Σ	78	232.428	1.510.104	650	6.084	60.710	12.602.694

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter untuk peramalan pada Tabel 4.16, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke dalam rumus peramalan metode kuadratis.

$$\delta = \sum x \sum Y - n \sum x Y = (78 \times 232.428) - (12 \times 1.510.104) = 8136$$

$$\theta = \sum x^2 \sum Y - n \sum x^2 Y = (650 \times 232.428) - (12 \times 12.602.694) = -154.128$$

$$\beta = (\sum x)^2 - n \sum x^2 = (78)^2 - (12 \times 650) = -1716$$

$$\alpha = \sum x \sum x^2 - n \sum x^3 = (78 \times 650) - (12 \times 6.84) = -22.308$$

$$\partial = (\sum x^2)^2 - n \sum x^4 = (650)^2 - (12 \times 60.710) = -306.020$$

$$b = \frac{\partial \delta - \theta \alpha}{\partial \beta - \alpha^2} = \frac{(-306.02 \times 8.136) - (-1.541.28 \times -22.30)}{((-306.02 \times -1.716) - (-22.308^2))} = -215,69$$

$$c = \frac{\theta - \beta a}{\partial} = \frac{(-154.128) - (-215,69 \times -22.30)}{-306.020} = 16,22$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum x + c \sum x^2}{n} = \frac{(-215,69) - (1.270,31 \times 78) - (16,22 \times 650)}{12} = 19.892,04$$

Fungsi persamaan peramalan dengan fungsi kuadratis menjadi:

$$Y = 19.892,04 + -215,69x + 16,22x^2$$

$$Y_{13} = 19.892,04 + -215,69(13) + 16,22(13^2)$$

$$Y_{13} = 14.345,59$$

Setelah hasil peramalan dengan metode-metode diatas didapatkan, maka langkah berikutnya adalah memilih metode peramalan manakah yang sebaiknya digunakan.

Penelitian ini menggunakan nilai kesalahan yaitu *Mean Squared Error* (MSE). Pada Tabel 4.17 menunjukkan perhitungan nilai MSE untuk metode peramalan konstan.

Tabel 4.17
Perhitungan MSE dengan Metode Konstan

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	16386	17.879,07	-1.493,07	2.229.278,69
2	19478	16.602	2.876	82.71376
3	22217	15.495,2	6.721,8	45.182.595,24
4	21652	14.526,75	7.125,25	50.769.187,56
5	22573	13.672,23	8.900,76	79.223.612,35
6	17420	12.912,66	4.507,33	20.316.053,78
7	18392	12.233,05	6.158,94	37.932.632,69
8	17182	11.621,4	5.560,6	30.920.272,36
9	16649	11.068	5.581	31.147.561
10	19299	10.564,90	8.734,09	76.284.344,01
11	19073	10.105,56	8.967,43	80.414.886,58
12	22107	9.684,5	12.422,5	154.318.506,3
\sum				617.010.306,5
$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - Y_t)^2}{12}$				51.417.525,54

Pada Tabel 4.18 menunjukkan perhitungan nilai MSE untuk metode peramalan linear.

Tabel 4.18
Perhitungan MSE dengan Metode Linear

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	16.386	19.338,18	-2.952,18	8.715.377,48
2	19.478	19.333,44	144,55	20.897,43
3	22.217	19.328,69	2.888,30	8.342.280,93
4	21.652	19.323,95	2.328,04	5.419.779,35
5	22.573	19.319,21	3.253,78	10.587.105,22
6	17.420	19.314,47	-1.894,47	3.589.037,51
7	18.392	19.309,73	-917,73	842.236,18
8	17.182	19.304,99	-2.122,99	4.507.099,30
9	16.649	19.300,25	-2.651,25	7.029.135,83
10	19.299	19.295,51	3,48	12,17
11	19.073	19.290,76	-217,76	47.423,43
12	22.107	19.286,02	2.820,97	7.957.883,18
\sum				57058268,06
$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - Y_t)^2}{12}$				4.754.855,672

Pada Tabel 4.19 menunjukkan perhitungan nilai MSE untuk metode peramalan kuadratis.

Tabel 4.19
Perhitungan MSE dengan Metode Kuadratis

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	16.386	14.345,59	2.040,40	4.163.269,25
2	19.478	13.691,75	5.786,24	33.480.587,9
3	22.217	13.005,47	9.211,52	84.852.247,58
4	21.652	12.286,73	9.365,26	87.708.267,76
5	22.573	11.535,53	11.037,46	121.825.634,4
6	17.420	10.751,88	6.668,11	44.463.762,78

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
7	18.392	9.935,77	8.456,22	71.507.661,42
8	17.182	9.087,22	8.094,77	65.525.458,72
9	16.649	8.206,20	8.442,79	71.280.765,57
10	19.299	7.292,73	12.006,26	144.150.332,9
11	19.073	6.346,81	12.726,18	161.955.792,7
12	22.107	5.368,43	16.738,56	280.179.489,2
		\sum		1.171.093.270
		$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - Y_t)^2}{12}$		97.591.105,85

Perbandingan nilai *Mean Standard Error* (MSE) dari metode peramalan konstan, metode peramalan linear dan metode peramalan kuadratis yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20
Perbandingan Nilai MSE Metode Peramalan

Metode Peramalan	Nilai MSE
Konstan	51.417.525,54
Linear	4.754.855,672
Kuadratis	97.591.105,85

Tabel 4.20 dapat diketahui bahwa metode peramalan dengan metode linear memiliki nilai MSE terkecil, kemudian diikuti oleh metode peramalan nilai MSE dan metode peramalan kuadratis dengan nilai MSE terbesar. Tabel 4.20 menjelaskan bahwa terdapat perbedaan nilai MSE yang cukup besar disetiap metode. Nilai MSE metode peramalan Kuadratis yang besar, menunjukkan bahwa pola data peramalan tidak mendekati pola konstan atau tetap. Pemilihan metode peramalan yang digunakan berdasarkan nilai MSE terkecil. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode peramalan linear untuk meramalkan permintaan ikan bandeng pada tahun 2018. Setelah didapatkan metode peramalan dengan MSE terkecil sebagai metode yang akan digunakan, selanjutnya adalah memeriksa keandalan model peramalan yang dipilih berdasarkan Peta kontrol Tracking Signal. Nilai-nilai *tracking signal* untuk model peramalan metode linear dapat dilihat pada Tabel 4.21.

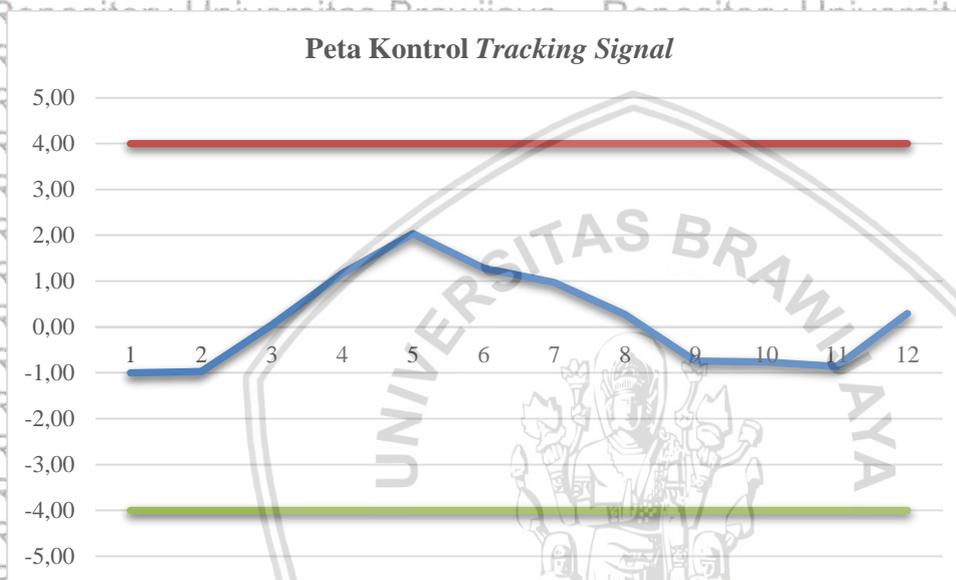
Tabel 4.21
Nilai *Tracking Signal* Model Peramalan Terpilih dalam Kilogram

Period e (1)	Forecast (2)	Actual (3)	Error (4)=(3)-(2)	RSFE (5)=Kum(4)	absolut error (6)=abs(4)	Kum abs error (7)=kum(6)	MAD (8)=(7)/(1)	Tracking signal (9)=(5)/(8)
1	19.338,18	16.386	-2.952,18	-2.952,18	2.952,18	2.952,18	2.952,18	-1,00
2	19.333,44	19.478	144,56	-2.807,62	2.807,62	5.759,80	2.879,90	-0,97
3	19.328,70	22.217	2.888,30	80,68	80,68	5.840,48	1.946,83	0,04
4	19.323,96	21.652	2.328,04	2.408,72	2.408,72	8.249,20	2.062,30	1,17
5	19.319,22	22.573	3.253,78	5.662,50	5.662,50	13.911,71	2.782,34	2,04
6	19.314,48	17.420	-1.894,48	3.768,03	3.768,03	17.679,73	2.946,62	1,28
7	19.309,73	18.392	-917,73	2.850,29	2.850,29	20.530,03	2.932,86	-0,97
8	19.304,99	17.182	-2.122,99	727,30	727,30	21.257,33	2.657,17	-0,27
9	19.300,25	16.649	-2.651,25	-1.923,95	1.923,95	23.181,28	2.575,70	-0,75
10	19.295,51	19.299	3,49	-1.920,46	1.920,46	25.101,74	2.510,17	-0,77
11	19.290,77	19.073	-217,77	-2.138,23	2.138,23	27.239,97	2.476,36	-0,86

Periode (1)	Forecast (2)	Actual (3)	Error (4)=(3)-(2)	RSFE (5)=Kum(4)	absolut error (6)=abs(4)	Kum abs error (7)=kum(6)	MAD (8)=(7)/(1)	Tracking signal (9)=(5)/(8)
12	19.286,03	22.107	2.820,97	682,74	682,74	27.922,71	2.326,89	0,29

Tabel 4.21 menunjukkan bahwa nilai-nilai *tracking signal* untuk model peramalan dengan metode kuadratis berada di dalam batas-batas yang dapat diterima (maksimum ± 4).

Hal ini menunjukkan bahwa akurasi dari model peramalan kuadratis dapat diandalkan karena semua nilai *tracking signal* berada dalam batas pengendalian *tracking signal*. Apabila nilai-nilai *tracking signal* dari model peramalan kuadratis dari Tabel 4.21 ditebarkan dalam peta kontrol *tracking signal*, akan tampak seperti dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta kontrol *tracking signal*

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai-nilai *Tracking signal* peramalan berdasarkan metode peramalan kuadratis, semuanya berada dalam batas kendali *tracking signal* yaitu (maksimum ± 4). Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa akurasi dari model peramalan metode linear dapat diandalkan.

Hasil data peramalan penambahan bandeng secara keseluruhan dengan menggunakan metode linear per periode pada tahun 2018 ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22

Hasil Peramalan Harga Bandeng per Periode pada Tahun 2018 dalam Kilogram

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1	16.386	19.338,18	-2.952,18	8.715.377,48
2	19.478	19.333,44	144,55	20.897,43
3	22.217	19.328,69	2.888,30	8.342.280,93
4	21.652	19.323,95	2.328,04	5.419.779,35
5	22.573	19.319,21	3.253,78	10.587.105,22
6	17.420	19.314,47	-1.894,47	3.589.037,51
7	18.392	19.309,73	-917,73	842.236,18
8	17.182	19.304,99	-21.22,99	4.507.099,30
9	16.649	19.300,25	-2.651,25	7.029.135,83

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
10	19.299	19.295,51	3,48	12,17
11	19.073	19.290,76	-217,76	47.423,43
12	22.107	19.286,02	2820,97	7.957.883,18
		Σ		57.058.268,06

4.2.6 Model Matematis Optimasi Tambak Bandeng

Optimasi tambak bandeng dalam penelitian ini menggunakan model *linear programming*. Model *linear programming* yang digunakan memiliki fungsi tujuan meminimasi biaya yang dikeluarkan penambak bandeng. Model matematis ini memiliki 3 fungsi pembatas, antara lain: fungsi pembatas kapasitas produksi, dan fungsi pembatas permintaan bandeng.

Notasi yang digunakan:

Y_{jk} = Panen di masa mendatang (kg)

D_k = Permintaan dari peramalan

R_{jk} = Jarak antar panen/batas panen (binary)

M_j = Kapasitas panen tambak

B_k = Biaya bandeng per kilo gram

G = Bilangan sangat besar

j = Penambak 1 sampai penambak 15

k = Periode tahap 1 sampai tahap 12

Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah minimasi, terkait dengan minimasi biaya penambakan bandeng untuk 12 periode. Fungsi tujuan ini terdiri dari komponen biaya bibit dan komponen biaya panen. Variabel keputusan dari penelitian ini adalah jumlah panen j pada periode k . Sehingga fungsi tujuan terdiri dari jumlah pembibitan yang dikalikan dengan biaya pembibitan ditambah dengan biaya angkut panen yang dikalikan dengan jumlah panen pada periode k . Formulasi fungsi tujuan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

$$\min Z = \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{12} B_k Y_{jk}$$

1. Fungsi pembatas permintaan

Kendala jumlah panen ini adalah kendala yang berfungsi sebagai syarat untuk panen setiap periode harus memenuhi minimal sama dengan permintaan yang dibutuhkan, sehingga kebutuhan bandeng setiap periode bisa terpenuhi. Formulasi model kendala jumlah panen penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

$$\sum_j Y_{jk} \geq D_k \quad \forall k$$

2. Fungsi pembatas waktu tambak

Kendala waktu tambak adalah kendala yang membatasi penambak untuk melakukan proses penambakan selama kurun waktu yang ditentukan dan tidak memproses pembibitan. Sebagai contoh M. Ali Zabidi dijadwalkan melakukan panen di bulan empat, maka pembibitan dilakukan tiga bulan sebelumnya yaitu bulan satu dan pada rentang tersebut M. Ali Zabidi tidak bisa melakukan proses bibit dan panen sebelum waktu yang ditentukan. Formulasi model kendala waktu tambak penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

$$\sum_{k=n}^{n+3} R_{jk} = 1 \quad \forall j \& k$$

$$Y_{jk} \leq R_{jk} G$$

$$R_{jk} = \text{binary}$$

3. Fungsi pembatas maksimal panen

Kendala pembatas ini bertujuan untuk membatasi jumlah panen yang bisa dilakukan oleh setiap penambak. Setiap penambak memiliki luas tambak yang berbeda sehingga pembatas ini dibutuhkan untuk membatasi panen yang harus dilakukan penambak dalam periode tertentu. Formulasi model pembatas maksimal panen penelitian ini dijelaskan pada persamaan (4.4).

$$Y_{jk} \leq M_j \quad \forall j \& k$$

4.2.7 Data Formulasi

Data formulasi merupakan data-data yang akan digunakan untuk mengolah program LINGO 11.0. Data ini diolah untuk menghasilkan jumlah panen optimal bagi setiap penambak disetiap periodenya. Berikut data-data yang akan digunakan di program LINGO 11.0.

1. D_k (Permintaan dari peramalan)

Data permintaan dari hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4.23

Data Permintaan Hasil Peramalan Linear dalam Kilogram

Bulan	Nilai Peramalan
1	14.826,06
2	15.048,71
3	15.271,36
4	15.494,01
5	15.716,66
6	15.939,31
7	16.161,96
8	16.384,61
9	16.607,26

Bulan	Nilai Peramalan
10	16.829,91
11	17.052,56
12	17.275,21

2. M_j (Kapasitas panen tambak)

Data kapasitas tambak merupakan data rata-rata kemampuan tambak untuk menghasilkan ikan bandeng dengan acuan 1 Ha mampu menghasilkan sekitar 800 kg ikan bandeng. Data kapasitas dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24

Data Kapasitas Tambak per Penambak dalam Kilogram

Nama	Luas (ha)	Nama	Luas (ha)
M. Ali Zabidi	4.000	H. Santoso	4.000
H. Hidayat R	3.200	Rudi S	4.800
Izzul	4.800	Fathur Ulum	3.200
Ikham Taufik	4.000	M. Suikhsan	3.200
H. Saini	4.800	Sunota	3.200
Imron	4.800	Rosyid	3.200
H. Budi S	4.800	H. Bambang	4.800
Sowi	4.000		

3. B_k (Biaya bandeng perkilogram)

Biaya bandeng merupakan modal atau kebutuhan yang harus dikeluarkan penambak untuk menghasilkan ikan bandeng perkilogram. Berikut salah satu contoh perhitungan data biaya penambak Pak Ali Zabidi untuk perhitungan program LINGO 11.0.

Tabel 4.25

Data Perhitungan Biaya Bandeng perkilogram Milik Pak Ali Zabidi

Harga bibit/rean	Rp.700.000	875 (harga bibit/800kg)
harga pakan	Rp.18.000	900 (5% x harga pakan)
Tenaga kerja/orang	Rp.100.000	250 (tenaga kerja/400kg)
Peralatan/buah	Rp.30.000	30 (peralatan/1000kg)
Transportasi panen	Rp.125.000	625 (transportasi/200kg)
Obat-obatan/2 hektar	Rp.100.000	156 (obat/1600kg x (luas hektar/2))
Pendega/panen	20%	3867 (20% x harga peramalan periode k)
Total Biaya Bulan 1		Rp.6704,00/kg

4.2.8 Penyelesaian Model *Linear Programming* dengan Software LINGO 11.0

Data diolah dan diformulasikan kedalam model *linear programming*. Data diolah dengan bantuan software LINGO 11.0 secara komputerisasi, LINGO merupakan program yang dirancang untuk menyelesaikan kasus-kasus *linear programming*. Hasil yang diketahui dapat menjadi solusi untuk menentukan aliran jumlah panen yang optimal. Indeks j menunjukkan jumlah panen yang akan dilakukan penambak bandeng tiap periode, sedangkan indeks menunjukkan banyaknya periode panen tambak.

Penyelesaian permasalahan optimasi penambakan bandeng menggunakan model *linear programming* dengan formulasi model yang digunakan sesuai dengan persamaan fungsi tujuan, persamaan fungsi pembataswaktu tambak dan persamaan fungsi pembatas waktu panen, setelah itu formulasi model *linear programming* diubah menjadi bentuk *syntax* LINGO 11.0. Pengolahan data dengan bantuan *software* LINGO 11.0 ini menggunakan *syntax* LINGO untuk memperoleh nilai output yang optimal dari formulasi model. *Syntax* LINGO 11.0 diperoleh dari formulasi model matematis *linear programming* optimasi penambakan bandeng. *Syntax* LINGO 11.0 pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil *output running* Optimasi Penambakan Bandeng menggunakan *linear programming* yang diolah dengan bantuan *software* LINGO 11.0 ditunjukkan pada Gambar 4.4.

LINGO 11.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status		Variables	
Model Class:	IIP	Total:	385
State:	Feasible	Nonlinear:	0
Objective:	1.63592e+009	Integers:	192
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	513495355	Total:	781
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	1.63592e+009	Total:	1933
Obj Bound:	1.54623e+009	Nonlinear:	0
Steps:	3227465	Generator Memory Used (K)	
Active:	46082	139	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		11:48:53	
Close			

Gambar 4.4 Hasil *running* LINGO 11.0

Gambar 4.4 menunjukkan hasil dari penyelesaian LINGO 11.0 dengan model *linear programming* berupa fungsi objektif yang digunakan untuk meminimasi biaya penambakan bandeng untuk musim tahun 2018. Pada Gambar 4.6 diatas dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini global optimum dan memberikan status optimal pada literasi ke 39.201.943 dan total variabel adalah 385 dan jumlah variabel integernya adalah sebesar 192. Untuk total kendala yang ada dalam model adalah sebesar 781. Output dari hasil pengolahan data dengan LINGO 11.0 dapat dilihat pada lampiran 2.

4.3 Analisis dan Pembahasan

Hasil program LINGO kemudian diolah dengan melakukan perhitungan pertambak mengikuti hasil *solving* LINGO.

4.3.1 Penggunaan Tambak Optimal

Berdasarkan perhitungan minimasi fungsi tujuan dalam optimasi penambakan ikan bandeng dengan menggunakan metode *linear programming* dan diolah menggunakan *software* LINGO 11.0, maka jumlah panen ikan bandeng j pada periode k (Y_{jk}) bisa memenuhi permintaan panen untuk setiap periode pada tahun 2018. Hasil dari *solving software* LINGO 11.0 digunakan untuk memperbaiki jadwal penambakan di tahun 2017. Berikut merupakan penjadwalan *existing* penambakan pada tahun 2017 dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26

Jumlah Panen pada Tahun 2017 berdasarkan Penambakan *Existing* dalam Kilogram

Nama	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6	Bulan 7	Bulan 8	Bulan 9	Bulan 10	Bulan 11	Bulan 12
M. Ali Zabidi	-	3705	-	-	-	4320	-	-	-	3790	-	-
H.Hidayat R	2976	-	-	-	3289	-	-	-	2941	-	-	-
Izzul	-	4334	-	-	-	4812	-	-	-	4128	-	-
Ikham Taufik	-	3.656	-	-	-	4.165	-	-	-	3790	-	-
H. Saini	-	-	4203	-	-	-	4790	-	-	-	4654	-
Imron	4415	-	-	-	4581	-	-	-	4902	-	-	-
H. Budi S	-	-	4473	-	-	-	4971	-	-	-	4593	-
Soni	-	3602	-	-	-	4207	-	-	-	3842	-	-
H. Santoso	-	-	3604	-	-	-	4122	-	-	-	3791	-
Rudi S	-	-	-	4488	-	-	-	4834	-	-	-	4519
Fathur Ulum	-	-	2867	-	-	-	3390	-	-	-	2951	-
M. Suikhsan	-	-	-	2948	-	-	-	3377	-	-	-	3025
Sunota	-	-	3009	-	-	-	3341	-	-	-	3072	-
Rosyid	-	-	2921	-	-	-	3350	-	-	-	3049	-
H. Bambang	-	-	-	4501	-	-	-	4935	-	-	-	4580

Tabel 4.26 merupakan penjadwalan awal sebelum dilakukan optimasi, dapat diketahui terdapat periode yang menghasilkan panen berjumlah 6 penambak sehingga terjadi *overload* ikan bandeng sedangkan pada periode lainnya menghasilkan panen berjumlah 2 penambak sehingga kekurangan ikan bandeng.

Pada Tabel 4.27 merupakan penjadwalan baru hasil dari *solving software* LINGO 11.0 yang menjadi penadwalan optimal untuk mengurangi terjadinya *overload* dan kekurangan ikan bandeng. Hasil dari tabel didapat dengan perhitungan menggunakan *software* LINGO 11.0 dengan pembatasan panen yang hanya dilakukan dalam waktu 4 bulan sekali dengan pembatasan panen per penambak sesuai dengan kapasitas maksimal panen. *Software* LINGO 11.0 menggunakan acuan biaya produksi yang rendah dan kebutuhan permintaan per periodenya. Sebagai contoh pada bulan 12 Bapak Izzul hanya memproduksi 2509 kg ikan bandeng dikarenakan penambak lain yang dijadwalkan panen pada bulan 12 memiliki biaya produksi yang lebih rendah. Penjadwalan optimal dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27
Jumlah Panen pada Tahun 2018 berdasarkan Penambahan *Existing* dalam Kilogram

Nama	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6	Bulan 7	Bulan 8	Bulan 9	Bulan 10	Bulan 11	Bulan 12
M. Ali Zabidi	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000
H.Hidayat R	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-
Izzul	-	-	-	4800	-	-	-	4800	-	-	-	2509
Ikham Taufik	-	4.000	-	-	-	4.000	-	-	-	4000	-	-
H. Saini	4800	-	-	-	4800	-	-	-	4800	-	-	-
Imron	-	4800	-	-	-	4800	-	-	-	4800	-	-
H. Budi S	2826	-	-	-	3716	-	-	-	4607	-	-	-
Soni	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-
H. Santoso	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000
Rudi S	-	-	2471	-	-	-	3361	-	-	-	4252	-
Fathur Ulum	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-
M. Suikhsan	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-
Sunota	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-
Rosyid	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-
H. Bambang	-	-	-	2694	-	-	-	3584	-	-	-	4475

Tabel 4.27 menunjukkan jumlah masing-masing alokasi panen ikan bandeng untuk setiap periode penambakan pada tahun 2018. Jumlah keseluruhan panen dalam kondisi optimal yang akan memasok permintaan ikan bandeng di tahun 2018. Tabel 4.27 menunjukkan nilai optimal panen para penambak tiap periode yang sangat bervariasi.

Berdasarkan Tabel 4.27, pada periode 1 pemenuhan panen yaitu dari tambak milik Pak H. Sainin, Pak H. Budi Hidayat, Pak Soni dan Pak M. Suikhsan. Pada periode 2 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak Ikham Taufik dan Pak Imron. Pada periode 3 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak H. Hidayat R, Pak Rudi S, Pak Fathur Ulum, Pak Sunota dan Pak Rosyid. Pada periode 4 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak M. Ali Zabidi, Pak Izzul, Pak H. Santoso dan Pak H. Bambang. Pada periode 5 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak H. Saini, Pak H. Budi S, Pak Soni dan Pak M. Suikhsan. Pada periode 6 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak Ikham Taufik dan Pak Imron. Pada periode 7 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak H. Hidayat R, Pak Rudi S, Pak Fathur Ulum, Pak Sunota dan Pak Rosyid. Pada periode 8 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak M. Ali Zabidi, Pak Izzul, Pak H. Santoso, dan Pak H. Bambang. Pada periode 9 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak H. Saini, Pak H. Budi S, Pak Soni dan Pak M. Suikhsan. Pada periode 10 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak Ikham Taufik dan Pak Imron. Pada periode 11 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak H. Hidayat R, Pak Rudi S, Pak Fathur Ulum, Pak Sunota dan Pak Rosyid. Pada periode 12 pemenuhan panen yaitu dari tambak Pak M. Ali Zabidi, Pak Izzul, Pak H. Santoso dan Pak H. Bambang.

4.3.2 Jumlah Biaya Tambak Bandeng Optimal

Setelah mendapatkan hasil jumlah panen ikan bandeng pada kondisi optimal, kita bisa mendapatkan nilai jumlah biaya yang dihasilkan dari tambak j pada periode k (Y_{jk}) dalam

kondisi optimal. Jumlah biaya optimal yang dihasilkan didapatkan dari hasil perhitungan antara panen ikan bandeng j pada periode k dikalikan dengan nilai operasional tambak. Sebagai contoh biaya tambak M. Ali Zabidi pada periode 4 berjumlah Rp.6.701, ini didapatkan dari perkalian jumlah panen ikan bandeng M. Ali Zabidi pada periode 3 dengan nilai operasional M. Ali Zabidi, yaitu $4.000 \times \text{Rp.}6.701/\text{kg} = \text{Rp.}26.804.000$. Kondisi optimal yang diharapkan adalah sebisa mungkin dapat meminimalkan biaya operasional, dalam hal ini tidak terjadi kekurangan permintaan ikan bandeng dan jika terjadi kelebihan permintaan, kelebihan permintaan tersebut memiliki nilai yang tidak terlalu besar.

Total panen pertambak paguyuban bervariasi, ini dikarenakan nilai produktivitas dan operasional tambak berbeda-beda. Hal yang juga harus diperhatikan dari nilai operasional tambak yaitu pada setiap tambak tidak selalu panen dalam setiap periode. Jika Yjk memiliki nilai 0, berarti pada tambak j tidak panen ikan bandeng pada periode k . Untuk lebih jelasnya, jumlah panen di setiap tambak dalam kondisi optimal yang akan dipanen paguyuban tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28

Jumlah Panen Optimal Penambakan Bandeng pada Tahun 2018 dalam kilogram

Nama	Total Panen
M. Ali Zabidi	12000
H. Hidayat R.	9600
Izzul	12109
Ikham Taufik	12000
H. Saini	14400
Imron	14400
H. Budi S	11149
Soni	12000
H. Santoso	12000
Rudi S	10084
Fathur Ulum	9600
M. Suikhsan	9600
Sunota	9600
Rosyid	9600
H. Bambang	10753

4.3.3 Perbandingan Perencanaan Optimal dengan Perencanaan Existing

Dalam penelitian ini kita bisa menentukan jumlah panen ikan bandeng yang optimal sehingga didapatkan jumlah biaya operasional yang optimal dengan fungsi tujuan minimasi biaya. Hasil dari penelitian ini mengetahui jumlah panen memenuhi permintaan dan hasil dari panen paguyuban tahun 2018 tidak melebihi dari kapasitas tambak yang ada. Hasil perhitungan akhir menggunakan metode *linear programming* dengan fungsi tujuan minimasi biaya diketahui perbandingan pengurangan biaya operasional antara sesudah dan sebelum

dilakukan perhitungan optimasi dengan menggunakan model *linear programming*.

Perbandingan antara sesudah dan sebelum dilakukan optimasi menggunakan model *linear programming* dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29

Perbandingan Perencanaan Optimal dengan Perencanaan *Existing* dalam kilogram

Bulan	Demand Existing	Panen	Selisih
1	9466	7391	-2075
2	10198	15297	5099
3	11309	21077	9768
4	13881	11937	-1944
5	15290	7870	-7420
6	14076	17504	3428
7	17817	23964	6147
8	18035	13146	-4889
9	13791	7843	-5948
10	12771	15550	2779
11	12603	22110	9507
12	11309	12124	815
Bulan	Demand Peramalan	Panen	Selisih
1	9466	9466	0
2	10198	10198	0
3	11309	11309	0
4	13881	13881	0
5	15290	15290	0
6	14076	14076	0
7	17817	12000	-5817
8	18035	18035	0
9	13791	13791	0
10	12771	12771	0
11	12603	12000	-603
12	11309	13600	2291

Tabel 4.29 menunjukkan bahwa terjadi kelebihan panen ikan bandeng dari panen existing terhadap perencanaan optimal tambak paguyuban untuk tahun 2018, dari jumlah panen existing yang kekurangan ikan bandeng dengan total sebesar 22.276 kg dan kelebihan panen sebesar 37.543 kg. Dan untuk perbandingan perencanaan existing jumlah panen dengan perencanaan optimal, jumlah panen ikan bandeng tidak memiliki kelebihan panen tetapi memiliki kekurangan ikan bandeng dengan total sebanyak 6.420 kg dan kelebihan sebesar 2.291 kg. Hal ini disebabkan kurangnya anggota untuk memenuhi pasokan ikan bandeng paguyuban. Untuk pencegahan kekurangan ikan bandeng ini bisa dilakukan dengan penambahan anggota atau membeli dari daerah lain.

Hasil dari perhitungan biaya optimal dengan biaya existing dapat diketahui terjadi penurunan biaya per kilogram panen tambak ikan bandeng, yaitu terjadi penurunan biaya yang semula Rp.1.302.638.447 turun menjadi Rp.1.035.613.235. Sebaliknya keuntungan yang diperoleh paguyuban dari panen existing sejumlah Rp.315.093.686 naik saat

menggunakan simulasi perencanaan peramalan optimal sejumlah Rp.1.838.895.029. Untuk keterangan lebih lanjut keuntungan panen per periode dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30

Tabel Biaya Paguyuban

Keuntungan Existing		Keuntungan Perencanaan	
1	Rp.87.107.976	1	Rp.183.055.229
2	Rp.248.295.805	2	Rp.197.162.427
3	Rp.359.759.881	3	Rp.218.588.260
4	Rp.216.368.436	4	Rp.268.235.862
5	Rp.10.157.850	5	Rp.295.390.825
6	Rp.275.061.800	6	Rp.271.870.557
7	Rp.384.218.076	7	Rp.119.392.087
8	Rp.141.871.774	8	Rp.348.165.549
9	Rp.31.549.855	9	Rp.266.169.772
10	Rp.273.283.490	10	Rp.246.422.964
11	Rp.331.040.525	11	Rp.219.856.897
12	Rp.259.016.666	12	Rp.240.197.835
Σ	Rp.2.617.732.133	Σ	Rp.2.874.508.264

Keuntungan tersebut kemudian dikurangi biaya penambakan untuk menghasilkan keuntungan bersih paguyuban seperti yang tertera pada Tabel 4.31:

Tabel 4.31

Tabel Keuntungan Bersih Paguyuban

Total Biaya	Total Kotor	Biaya tambak	Penghasilan Bersih
Existing	Rp2.617.732.133	Rp1.302.638.447	Rp1.315.093.686
Perencanaan	Rp2.874.508.264	Rp1.035.613.235	Rp1.838.895.029

Keunggulan dalam keuntungan dan pengurangan biaya dari simulasi perencanaan menjadi nilai positif untuk penggunaan simulasi perencanaan ini di tahun 2018 nantinya.

Keuntungan paguyuban yang cukup signifikan bisa menjadi modal untuk dilanjutkannya perhitungan pada penelitian selanjutnya di tahun 2018.

4.3.4 Perhitungan Biaya Peramalan Tambak Tahun 2018

Biaya perhitungan ini untuk mengetahui berapa penghasilan yang bisa dihasilkan paguyuban untuk tahun 2018. Data perhitungan yang digunakan berupa hasil LINGO 11.0 untuk peramalan optimal di tahun 2018 dan dihitung dengan biaya kebutuhan untuk menghasilkan keuntungan bersih yang bisa diperoleh dari paguyuban ditahun 2018.

Perhitungan awal yaitu mengetahui jumlah panen setiap periode yang kemudian dikalikan dengan harga bendang pada periode yang sama, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32
Selisih Panen dan Permintaan dalam Kilogram

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demand Peramalan	14826	15048	15271	15494	15716	15939	16161	16384	16607	16829	17052	17275
Panen	14826	8800	15271	15494	15716	8800	16161	16384	16607	8800	17052	14984
Selisih	0	-6248	0	0	0	-7139	0	0	0	-8029	0	-2291

Hasil selisih Tabel 4.31 untuk mengetahui kekurangan panen yang harus ditanggung paguyuban dan menjadi nilai kurang atau kerugian untuk penghasilan paguyuban. Pada bulan 2 paguyuban mengalami kekurangan panen sebesar 6.248 kg, pada bulan 6 paguyuban mengalami kekurangan panen sebesar 7.139 kg, pada bulan 10 paguyuban mengalami kekurangan panen sebesar 8.029 kg dan pada bulan 12 paguyuban mengalami kekurangan panen sebesar 2.291. Total kekurangan panen paguyuban sejumlah 23.707 kg nantinya akan menjadi nilai kurang karena harus memotong penghasilan untuk membeli ikan bandeng dari wilayah lain untuk memenuhi permintaan pada periode tersebut. Setelah hasil rugi akibat kekurangan panen diketahui kemudian dihitung dengan peramalan harga ikan bandeng untuk mengetahui jumlah penghasilan paguyuban pada tahun 2018. Total keuntungan dari penjualan ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33
Total Penghasilan Paguyuban per Periode Tahun 2018

Keuntungan perencanaan	
1	Rp.286.707.884
2	Rp.49.338.940
3	Rp.295.168.567
4	Rp.299.405.406
5	Rp.303.620.811
6	Rp.169.967.385
7	Rp.312.064.615
8	Rp.316.293.005
9	Rp.320.519.281
10	Rp.14.876.839
11	Rp.328.946.197
12	Rp.288.981.843
Σ	Rp.2.985.890.773

Hasil total keuntungan paguyuban telah diketahui yaitu sejumlah Rp.2.985.890.773,00, setelah itu dihitung dengan biaya kebutuhan penambakan secara total dari paguyuban untuk mengetahui penghasilan bersih dari paguyuban ditahun 2018. Data perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34
Total penghasilan paguyuban tahun 2018

Total Biaya Perencanaan	Total Kotor	Biaya tambak	Penghasilan Bersih
	Rp2.985.890.773	Rp1.129.521.156	Rp1.856.369.617

Dalam Tabel 4.34 total penghasilan bersih paguyuban untuk tahun 2018 diketahui sejumlah Rp.1.856.369.617,00. Penghasilan ini memiliki keuntungan yang lebih tinggi

dibanding dengan penghasilan di tahun 2017. Sehingga dapat perhitungan peramalan dengan analisis menggunakan program LINGO 11.0 layak digunakan untuk meningkatkan penghasilan dari paguyuban nantinya.

Anggota paguyuban yang semula membibit tanpa mendapat informasi waktu panen petambak lain bisa menggunakan penjadwalan pada penelitian ini sebagai informasi tambahan. Penjadwalan ini memiliki keuntungan yang lebih tinggi dan mencegah terjadinya panen bersamaan yang terlalu banyak. Kondisi aktual di lapangan yang selalu dinamis membuat penjadwalan bisa berubah-ubah sewaktu tetapi tetap mengacu pada penadwalan karena penjadwalan ini memiliki nilai kentungan yang lebih baik dibanding panen yang dilakukan secara sendiri-sendiri. Petambak yang dijadwalkan untuk panen tidak sesuai dengan maksimal kapasitas panennya bisa melakukan *brainstorming* pada paguyuban bagaimana kondisi yang bisa menguntungkan untuk semua pihak yang bersangkutan. Fungsi paguyuban sendiri sebagai sarana pendukung para petambak diharap bisa mengkondisikan kondisi aktual dengan panjadwalan dari penelitian ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini dijabarkan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada tahap awal. Sedangkan saran yang dimaksudkan untuk memberi masukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yang mengacu pada hasil analisis dan pembahasan, baik untuk pihak instansi maupun untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai “Penjadwalan Waktu Panen Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Tambak Dengan Metode Peramalan Regresi Dan Lingo” menggunakan model *linear programming* terdapat beberapa kesimpulan yang bisa diambil, antara lain:

1. Panen paguyuban menjadi lebih terorganisir disetiap periode dalam satu tahunnya jika dibandingkan dengan data *existing*. Tidak terjadi penumpukan panen melebihi 5 penambak dalam satu waktu periode sehingga kelebihan panen bisa dikurangi dan panen penambakan berjumlah 2-3 penambak bisa diaolasasikan di periode yang tepat untuk meminimkan kekurangan permintaan ikan bandeng. Panen dari 6 penambak sekaligus pada periode 3, periode 7 dan juga periode 11 sehingga terjadi kelebihan panen yang cukup besar. Pada periode 3 terjadi kelebihan sebesar 9.768 kg, pada periode 7 terjadi kelebihan sebesar 6.147 kg dan pada peeriod 11 terjadi kelebihan sebesar 9.507 kg. Pada penjadwalan peramalan kelebihan pasokan panen tersebut dapat diantisipasi dengan disalurkan jumlah panen menuju periode yang mengalami kekurangan pasokan panen sehingga kelebihan permintaan bisa dikurangi dan biaya operasi penambakan bisa diminimalkan.
2. Setelah dilakukan optimasi, total tiaya produksi penambakan bandeng untuk panen *existing* sejumlah Rp. 1.302.638.447 dan total biaya produksi penambakan untuk perencanaan peramalan terjadi penurunan sejumlah Rp. 1.129.521.156. Keuntungan penjualan panen perencanaan peramalan untuk tahun 2018 juga lebih tinggi yaitu sejumlah Rp. 1.856.369.617 dibandingkan keuntungan penjualan panen *existing* yaitu sejumlah Rp. 1.315.093.686.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian ini untuk perbaikan perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Paguyuban dapat melakukan penambahan anggota atau mencari dari daerah diluar paguyuban sebagai solusi untuk memenuhi kekurangan ikan bandeng terhadap permintaan yang tinggi di periode tertentu.
2. Dalam penelitian selanjutnya mempertimbangkan kategori dan jenis bandeng yang akan dikelola untuk dipertimbangkan dalam formulasi matematis.
3. Dalam penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengembangan terhadap faktor luar tambak untuk dapat mengembangkan analisis terhadap penambahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (1999). *Manajemen Produksi: Perencanaan Sistem Produksi, Edisi keempat*. Yogyakarta: BPFE.
- Ahyari, A. (2004). *Perencanaan Sistem Produksi. Buku I*. Yogyakarta: BPFE.
- Arikunto, Suharsimi. 1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi. Edisi Revisi*. Jakarta: Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Ayu E. M, Nasir W. S, dan Ihwan H. (2014). "Optimasi Kapasitas Produksi dalam Penyusunan Jadwal Induk Produksi Menggunakan Integer Linear Programming". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 2 No. 6, Malang.
- Bustani, Henry. (2005). *Fundamental Operation Research*. Gramedia Pustaka Utama., Jakarta.
- Febrianto. (2011, Nov.) Wordpress (Business Intelligence). [Online]. <http://hendyfebrianto.wordpress.com/2011/04/11/pengertian-businessintelligence/>
- Gaspers, V. (2001). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gass, S. I. (1969). *Linear Programming*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha.
- Ginting, Perdana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Penerbit Yrama Widya. Bandung
- Handoko, T. H. (2001). *Manajemen Personalia dan Sumber daya Manusia, cetakan kedubelas*. Yogyakarta: BPFE.
- Hantoro, Sirot, 1993 *Perencanaan Pengendalian Produksi*, BPFE, Yogyakarta.
- Hardiyanti I, Nasir W. S, dan Arif R. (2015). "Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Linear Programming untuk Minimasi Biaya Produksi". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 3 No. 5, Malang.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains*, Erlangga, Jakarta.
- Husen, Abrar. 2009, *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Lieberman, H. a. (1990). *Introduction to Operations Research*. Oakland: Holden-Day.
- Nasution, A. H. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Guna Widya.
- Nasendi, BD dan A. Anwar. 1985. *Program Linier dan Variasinya*. PT. Gramedia, Jakarta
- Prasetyo, W. D (2008, oktober 22). *Perencanaan Produksi*. Diambil kembali dari Abectipub's Blog: <https://abectipub.wordpress.com/2008/10/22/perencanaan-produksi/>
- Rangkuti, F. (2005). *Analisis SWOT Teknik Membedah Bisnis*. Jakarta: Gamedia Pustaka Utama.

Render, J. H. (2001). *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi. Edisi 1*. Jakarta: Salemba Empat.

Siswanto. (2007). *Operations Research Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Soekarwati. (1995). *Analisis Usahatani*. Jakarta: UI-press.

Siringoringo, Hotniar. 2005. Seri *Teknik Riset Operasional. Pemrograman Linear*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Stovia R. R, Sugiono, dan Ceria F. M. T. (2016). "Optimasi Pengadaan Tebu dan Produksi Gula Menggunakan Model Linear Programming". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 4 No. 9, Malang.

Suroso H. C, Purnomo B. S, dan Sugiono. (2015). "Optimasi Pasokan Tebu pada PG. Lestari Menggunakan Linear Programming dan Fuzzy Logic". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol 3 No. 8, Malang.

Tersier, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. New Jersey: PTR Prentice-Hall.

Vollman, T. E., Whybark, dan Lee Berry W. 1998. *Manufacturing Planning & Control System, 4th Edition*. McGraw-Hill Trade.

Zulfikarijah, F. (2004). *Operation Research*. Malang: Bayumedia Publishing.