

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mengetahui validasi penelitian yang telah dibuat dan menjadi satu pijakan penulis agar penelitiannya berbeda dengan penelitian terdahulu. Pencarian rujukan dari penelitian terdahulu digunakan untuk menguatkan topik dan untuk menajamkan tema. Penelitian terdahulu bermakna untuk menghimpun topik-topik dan tema terkait yang nantinya akan dijadikan rujukan sumber primer (Darmalaksana *et al.*, 2020).

Pratiwi (2010) melakukan penelitian dengan judul Teknik Penjadwalan Proses Produksi Batik Motif Kembang Api dengan Metode PERT dan CPM pada PT. Batik Semar Surakarta. Fokus penelitian tersebut membahas terkait usaha untuk mengantisipasi terjadinya keterlambatan penyelesaian kegiatan serta pengawasan penyelesaian produksi dengan waktu dan biaya yang efisien. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini berkaitan dengan penjabaran dengan angka-angka statistik. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah dengan metode PERT dan CPM diperoleh jalur kritis A-B-D-E-F-G-H-I-J-K dengan waktu 113.35 jam yang dimana lebih cepat dibandingkan dengan waktu yang dijadwalkan oleh perusahaan, ini juga membuat biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan berkurang.

Hindar (2014) melakukan penelitian dengan judul Analisis Jalur Kritis untuk Mengatasi Keterlambatan Proses Pemasangan Produk Interior Furniture dengan Metode PERT pada salah satu Proyek PT PAP Cabang Bandung. Fokus penelitian tersebut membahas pengaturan waktu penyelesaian proyek dengan efisien dan efektif untuk mengurangi dampak keterlambatan suatu proyek. Pendekatan yang

digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini melakukan pendekatan pengukuran waktu baku pada proses pengerjaan pemasangan atau instalasi pada proyek untuk mendapatkan identifikasi jalur kritis agar dapat terselesaikan lebih cepat. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah keberadaan jumlah tukang *senior* yang sedikit dan lemahnya pengawasan *supervisor* PT PAP serta upaya yang dilakukan yaitu melakukan *training* kepada tukang *junior* dan meningkatkan system *monitoring supervisor* dengan laporan progress secara rutin.

Ginanjari (2016) melakukan penelitian dengan judul Optimisasi Waktu Penyelesaian Pesanan Khusus Produksi Gitar *Acoustic* pada CV. Butanza Banyuwangi dengan Kombinasi Metode PERT dan CPM. Fokus penelitian tersebut membahas terkait ketidakmampuan perusahaan menyelesaikan sesuai dengan jadwal yang direncanakan, jika proses produksi diselesaikan lebih lambat dari waktu yang telah dijadwalkan maka akan menyebabkan penambahan biaya. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini berkaitan dengan penjabaran dengan angka-angka statistik. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah dugaan waktu penyelesaian produksi gitar *acoustic* CV. Butanza sejumlah 300 yaitu 339 jam dengan waktu libur dalam sebulan ada 4 hari maka waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 37-38 hari dengan jalur kritis A-J-K-N-O-P-V-W-X-Y-Z-a-b-c-d, sedangkan di CV. Butanza untuk menyelesaikan 300 gitar memakan waktu 54 hari.

Purnomo (2018) melakukan penelitian dengan judul Optimalisasi Waktu Penjadwalan Pembuatan Sepatu *Pullover* Model Quesa Dengan Metode PERT. Fokus penelitian tersebut membahas terkait optimalisasi penjadwalan pembuatan

sepatu guna pemenuhan target waktu yang diberikan oleh *Adidas* yaitu 1x24 jam harus sudah dikirim ke *HeadQuarter* yang ada di Jerman. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu dengan menguraikan rangkaian kegiatan pembuatan sepatu seperti jenis kegiatan, urutan kegiatan, waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan dan untuk memvisualisasikan metode PERT digambarkan menggunakan *network* (jaringan) sebagai ilustrasi kegiatan dari titik (*nodes*). Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah untuk mendapatkan target waktu dilakukan kegiatan perbaikan pembuatan sepatu sehingga mendapatkan waktu ekspektasi 587.01 menit / 9,8 jam dengan lintasan kritis A-B-D-F-G-H-I-J-K-L.

Waliyanti (2019) melakukan penelitian dengan judul Optimalisasi Waktu Produksi Minyak Kelapa Dengan Metode PERT. Fokus penelitian tersebut membahas mengenai proses produksi minyak kelapa memerlukan penjadwalan agar dapat teratur dan selesai dalam waktu yang optimal. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini mengidentifikasi durasi waktu aktivitas produksi dan mencari estimasi waktu yang diharapkan serta mengidentifikasi jalur kritis untuk melihat hubungan ketergantungan antara bagian-bagian aktivitas. Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu waktu optimal yang diharapkan pada produksi minyak kelapa di CV. Usaha Bersama Kabupaten Sambas selesai pada waktu 309 jam sebanyak 7.420 Kg.

Setiawan & Ridwan Usman (2020) melakukan penelitian dengan judul Optimalisasi Penjadwalan Proyek Dengan Menggunakan Metode CPM Di Proyek LRT Pulomas. Fokus penelitian tersebut membahas terkait penyelesaian proyek

tanpa mengalami keterlambatan dengan biaya minimal. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini melakukan pendekatan pengukuran waktu baku pada proses pengerjaan pemasangan atau instalasi pada proyek untuk mendapatkan identifikasi jalur kritis agar dapat terselesaikan lebih cepat dengan biaya yang optimal. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah waktu normal pekerjaan yang dibutuhkan 90 hari dengan biaya Rp 3.566.685.480. dari 90 hari tersebut dilakukan percepatan waktu menjadi 67 hari dan membutuhkan Biaya percepatan sebesar Rp 118.550.000 sehingga total biaya proyek naik menjadi Rp 3.685.235.480.

Anam (2016) melakukan penelitian dengan judul Optimalisasi Penjadwalan Proyek Pekerjaan Instalasi Ruang *Chiller* dan *Cooling Tower* Menggunakan Metode PERT. Fokus penelitian tersebut membahas terkait adanya keterlambatan dari jadwal yang ditentukan dan apakah masih mungkin untuk dilakukan percepatan. Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penjabaran dari angka-angka statistik yang dibandingkan dengan sebelum dan sesudah analisis. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah *durasi* normal proyek tersebut adalah 85 hari dengan biaya pelaksanaannya adalah Rp 357.652.000. Setelah dilakukan percepatan hasilnya adalah proyek dapat dipercepat menjadi 72 hari dengan biaya pelaksanaannya naik menjadi Rp 383.949.500. Perbandingan persentase kenaikan adalah 8% untuk durasi dan 7% untuk biaya, menunjukkan bahwa metode percepatan tersebut cukup efektif.

Misrali (2015) melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas Di Fakultas Ekonomi Universitas Jember Dengan Metode PERT. Fokus penelitian tersebut membahas

terkait optimalisasi sumber daya yang ada serta meminimalkan kendala namun tetap mendapatkan hasil yang optimal. Pendekatan yang digunakan yaitu *action research* dimana mendeskripsikan, menginterpretasi dan menjelaskan suatu situasi dengan melakukan perubahan dengan tujuan perbaikan. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah penyelesaian waktu normal yaitu selama 82 hari yang mulanya dalam waktu normal 90 hari dengan biaya yang sama yaitu Rp 2.030.000.000. dengan menggunakan metode PERT, dihasilkan probabilitas sebesar 99,99% dalam menyelesaikan pembangunan kelas.

Stefany (2019) melakukan penelitian dengan judul Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Baru Stasiun Kereta Api Dengan Metode PERT dan CPM. Fokus penelitian tersebut membahas terkait jaringan kerja, kegiatan kritis, jalur kritis, dan menganalisa durasi maupun biaya yang optimal pada Proyek Pembangunan Gedung Baru Stasiun Kereta Api Medan agar tidak terjadi keterlambatan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini berkaitan dengan penjabaran dengan angka-angka statistik. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah durasi normal pada proyek tersebut selesai selama 119 minggu dengan total biaya sebesar Rp 170.448.200.000. Setelah menggunakan metode CPM dan PERT diketahui bahwa jalur kritis pada kegiatan tersebut adalah P1–P2–P3–P4–P5–P6–P8–P9–P10–P11 dan dipercepat hingga 98 minggu dengan probabilitas 81,05700% penyelesain proyek tersebut dengan penambahan total biaya menjadi Rp 174.737.714.576.

Luqman & Indrianto Abdul H (2019) melakukan penelitian dengan judul Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek

Pembangunan Kapal. Fokus penelitian tersebut membahas adanya kegiatan-kegiatan yang tertunda mengakibatkan biaya proyek semakin besar. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini berkaitan dengan penjabaran dengan angka-angka statistik. Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu bahwa jalur kritis dari proyek pembangunan kapal adalah G-F-H-L-K-M yang dimana setelah didapatkan jalur kritis selanjutnya melakukan perhitungan probabilitas penyelesaian proyek kapal dengan persentase 98.26% dapat diselesaikan dalam waktu 150 hari. Dari angka tersebut kecil kemungkinan terjadi keterlambatan dalam waktu proyek dibandingkan dengan sebelum adanya sistem informasi manajemen proyek pembangunan kapal.

Dewi Taurusyanti (2015) melakukan penelitian dengan judul Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektivitas Penyelesaian dengan Metode PERT dan CPM Pada PT. Buana Masa Metalindo. Fokus penelitian tersebut adalah mengurangi dampak dari keterlambatan proyek dan biaya *overruns*. Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu bahwa jalur kritis dari proyek yaitu A1, B1, C4, D1, E1, F2, G1 dan G2. Pada aktivitas kritis inilah dapat dilakukan *Project Crashing* agar Proyek Jembatan Girder yang awalnya 42 hari dapat mencapai efektivitas waktu selama 35 hari dengan probabilitas 99,98% dan biaya sebesar Rp 48,650,000.00.

Yuni Purwanti (2013) melakukan penelitian dengan judul Analisis Metode PERT untuk Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol-Pandaan oleh PT. Adhi Karya. Fokus penelitian tersebut adalah menganalisis waktu yang paling efektif, biaya proyek, serta probabilitas penyelesaian proyek pembangunan jalan tol Gempol – Pandaan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

*action research* dimana peneliti mendeskripsikan, menginterpretasi, dan menjelaskan suatu situasi dengan melakukan perubahan dengan tujuan perbaikan. Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu didapatkan efektivitas waktu penyelesaian proyek namun tidak ada perbedaan biaya. Dimana waktu normal penyelesaian proyek adalah selama 412 hari dengan biaya sebesar Rp. 253.146.569.000,00 sedangkan dengan menggunakan metode PERT proyek dapat diselesaikan selama 402 hari dengan biaya yang sama yaitu sebesar Rp. 253.146.569.000,00. Dengan menggunakan metode PERT, dihasilkan probabilitas sebesar 79,67% dalam menyelesaikan proyek pembangunan jalan tol Gempol – Pandaan.

Nafisah Octa Kusumawati (2017) melakukan penelitian dengan judul Penjadwalan Ulang pada Proyek Pembangunan Pabrik Pakan Ternak Koperasi Argo Niaga Jabung dengan menggunakan Metode PERT. Fokus penelitian tersebut adalah mengoptimalkan pekerjaan yang mengalami keterlambatan. Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu lama penyelesaian 255 hari (lebih cepat 9 hari dari penjadwalan rencana proyek) dan didapatkan nilai probabilitas sebesar 50%.

Wawan Kurniawan (2007) melakukan penelitian dengan judul Perencanaan dan Pengendalian Produksi Dengan Menggunakan Metode PERT Untuk Menghindari Biaya Denda Akibat Keterlambatan Waktu Penyelesaian Pada PT. Perkonsuma. Fokus penelitian tersebut adalah mengoptimalkan pelaksanaan perencanaan dan pengendalian produksi untuk menghindari biaya denda. Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu PT. Perkonsuma awalnya 58 hari yang kemudian setelah dilakukan analisis didapatkan efektivitas waktu selama 54 hari

dengan probabilitas 99,81% untuk memenuhi waktu penyelesaian proyek guna menghindari denda keterlambatan waktu penyelesaian.

Maulana & Kurniawan (2019) melakukan penelitian dengan judul *Time Optimization Using CPM, PERT and PDM Methods in The Social and Department of Kelautan Building Development Project Gresik District*. Fokus penelitian tersebut membahas mengenai perencanaan waktu pelaksanaan pekerjaan yang tepat dan efisien. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu penelitian ini berkaitan dengan penjabaran angka-angka statistik untuk menemukan waktu dan biaya yang optimal dan divisualisasi melalui diagram. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah durasi penyelesaian proyek dengan menggunakan metode CPM adalah 57 minggu durasi penyelesaian dengan menggunakan metode PERT adalah 85,5 minggu dengan probabilitas tercapainya target waktu penyelesaian proyek adalah 99,87% dan durasi penyelesaian proyek menggunakan metode CPM. Metode PDM adalah 30 minggu. Sehingga metode yang paling sesuai dengan Proyek Pembangunan Dinas Sosial dan Dinas Kabupaten Gresik Laut adalah metode PDM karena metode PDM mampu menghasilkan waktu penyelesaian proyek yang lebih singkat dibandingkan metode CPM dan PERT yaitu 30 minggu.

Penelitian terdahulu memiliki beragam fokus, metode, dan hasil penelitian yang berbeda-beda. Untuk mengetahui validasi dari penelitian ini, maka perlu dibandingkan antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini. Dalam penelitian ini terdapat beberapa kesamaan dari penelitian sebelumnya yaitu fokus penelitian membahas mengenai pengoptimalisasian waktu penjadwalan saat produksi, sedangkan perbedaannya penelitian ini terdapat pada objek penelitian.



## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Aquascape

*Aquascape* merupakan seni menata tanaman air, batu, dan kayu di dalam akuarium secara estetis. *Aquascape* termasuk seni yang baru mulai berkembang di Indonesia (Setyadi, 2014). Seni ini sebenarnya tidak terlalu berbeda dengan seni menata akuarium, karena *aquascape* memang merupakan bagian dari seni akuarium. Dapat juga disebut akuarium taman, karena lebih menekankan penataan tanaman air sebagai sebuah taman didalam akuarium. Proses dan seni dalam membentuk serta merawat *aquascape* disebut sebagai *aquascaping* (Warsino, 2010). Biasanya, sebuah *aquascape* berisi ikan, batu serta tanaman air, meskipun ada kemungkinan untuk membuat *aquascape* dengan tanaman air saja, atau dengan bebatuan saja. Banyak sekali jenis tanaman air, bebatuan, dan kayu yang bisa digunakan semuanya tergantung tema atau gaya dan selera yang akan dibuat dalam menata akuarium. Desain *aquascape* mencakup sejumlah gaya yang berbeda, termasuk gaya Belanda seperti taman dan gaya Jepang seperti alam (Setyadi, 2014).



Sumber: (Green Hobby, 2022)

Gambar 2.1 *Aquascape*

Tujuan utama dari *aquascape* adalah untuk menciptakan sebuah pemandangan bawah air, akan tetapi aspek teknis pemeliharaan tanaman air juga harus dipertimbangkan. Banyak faktor yang harus seimbang dalam sistem tertutup dari sebuah akuarium untuk memastikan keberhasilan sebuah *aquascape*. Faktor-faktor ini meliputi filtrasi, mempertahankan karbon dioksida pada tingkat yang cukup untuk mendukung fotosintesis bawah air, pemupukan, pencahayaan, kontrol ganggang dan lain-lain.

### **2.2.1.1 Manfaat *Aquascape***

*Aquascape* memiliki beberapa manfaat dan dampak positif yang bisa dirasakan bagi pemilik *aquascape* maupun orang lain yang melihatnya. Di bawah ini adalah beberapa manfaat dari hobi *aquascape* (Setyadi, 2014):

- A. Menghilangkan rasa jenuh dan stres setelah seharian bekerja.
- B. Membuat perasaan menjadi rileks dan tenang (terapi)
- C. Menjadi hiburan bagi yang melihatnya
- D. Memperindah interior ruangan.
- E. Menghadirkan suasana sejuk di dalam ruangan.
- F. Mengajarkan ketelitian dan ketekunan dalam membangun *aquascape* bagi pemiliknya.
- G. Melatih kesabaran dan kreatifitas.
- H. Mengajarkan tentang tanggung jawab dan pentingnya kebersihan.
- I. Mengajarkan semangat pantang menyerah untuk mengkreasikan sesuatu menjadi lebih baik lagi.
- J. Menambah wawasan tentang cara membangun ekosistem bawah air.
- K. Mengajarkan cara mengatasi masalah dan mencari solusinya.

### 2.2.1.2 Perbedaan *Aquascape* dan Akuarium Konvensional

Sebagian orang mungkin berpendapat bahwa keduanya tidak berbeda. Namun sebenarnya perbedaan antara keduanya cukup banyak. Salah satu perbedaan yang mencolok adalah tingkat kesulitan untuk membuatnya jika pecinta akuarium dikelompokkan secara umum maka terdapat empat kelompok, yaitu:

#### A. Kelompok Pecinta Akuarium Konvensional

Kelompok ini baru dapat menata dan memelihara akuarium konvensional; yaitu sebuah akuarium yang diisi pernak-pernik dan kemudian kedalamnya dimasukkan satu atau berbagai jenis ikan. Peralatan seperti filter, lampu dan terkadang *heater-cooler* dipasang untuk memenuhi kebutuhan ikan. Kelompok ini menggunakan tanaman imitasi untuk mempercantik akuarium.

#### B. Kelompok Pecinta *Aquascape* Pemula

Kelompok ini telah menggabungkan ikan dan tanaman air dalam suatu tangki. Tanaman air yang digunakannya adalah jenis yang mudah tumbuh, mudah berkembang, tidak terlalu membutuhkan cahaya (dari lampu), dan tidak membutuhkan injeksi CO<sub>2</sub>. Dengan kata lain, mereka menggunakan tanaman yang mudah ditanam, yang dengan sedikit keterampilan saja dapat berhasil.

#### C. Kelompok Pecinta *Aquascape* Lanjut

Kelompok ini sudah dapat menanam tanaman air dengan tingkat kesulitan medium, yaitu tanaman air yang membutuhkan cahaya dan CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang cukup. Kelompok ini sudah harus menambahkan peralatan lampu *fluorescent*, sedikit injeksi CO<sub>2</sub> dan menggunakan filter yang lebih baik dibanding filter yang digunakan kelompok sebelumnya.

#### D. Kelompok Pecinta *Aquascape* Mahir

Kelompok mahir telah mampu menanam semua jenis tanaman air, termasuk tanaman air dengan kebutuhan cahaya dan CO<sub>2</sub> yang tinggi, sulit tumbuh, dan membutuhkan perawatan ekstra. Pencinta jenis *aquascape* ini juga telah mengenal dan menempatkan berbagai jenis peralatan yang dibutuhkan, termasuk peralatan berteknologi tinggi. Selain itu kelompok ini juga telah mampu menata *aquascape* dengan estetika yang tinggi dan mampu menerjemahkan tema-tema tertentu di dalam *aquascape*-nya.

Berdasarkan tingkat kesulitan dalam menata, jelas terdapat perbedaan yang mencolok antara *aquascape* dengan akuarium konvensional. Berikut perbedaan utama *aquascape* dengan akuarium konvensional:

##### A. Makhluk hidup yang dipelihara

Akuarium konvensional lebih mengedepankan kombinasi antara air dan ikan, yang berarti hanya ada satu jenis makhluk hidup yang dipelihara. Berbeda dengan *aquascape* yang mengkombinasikan tanaman air, ikan dan air. Dengan adanya dua makhluk hidup yang dipelihara, tingkat kesulitannya menjadi lebih tinggi. Apalagi ikan dan tanaman air memiliki kebutuhan yang berbeda, terutama dalam hal udara, kondisi air, dan makanan.

##### B. Kebutuhan cahaya (lampu)

Akuarium konvensional menggunakan lampu untuk memberi keindahan pada akuarium sendiri. Sedangkan pada *aquascape*, selain mencerahkan dan memberi keindahan pada akuarium itu, juga untuk memberikan cahaya kepada tanaman. Lampu di dalam *aquascape* memiliki peran ganda, sebagai pemberi keindahan dan sebagai sumber cahaya untuk fotosintesis tanaman.

C. Substrat/media tanam (*gravel*)

Substrat atau media tanam merupakan bagian penting dalam *aquascape* yang harus ada karena menjadi tempat tumbuhnya tanaman air. Di dalam akuarium konvensional *gravel* atau substrat tidak harus ada. Fungsinya hanya untuk mempercantik akuarium.

D. Jenis filter

Akuarium konvensional dapat menggunakan filter apapun sesuai volume air dalam tangki serta jenis dan jumlah ikan. Di dalam *aquascape*, selain pertimbangan itu juga mempertimbangkan keberadaan tanaman air. *Aquascape* akan lebih baik bila menggunakan *undergravel filter* (UGF), *canister filter*, dan filter biologis.

E. Injeksi CO<sub>2</sub>

Injeksi CO<sub>2</sub> dimaksudkan untuk meningkatkan kandungan CO<sub>2</sub> terlarut di dalam air. CO<sub>2</sub> diperlukan oleh tanaman air, bukan oleh ikan. Jadi akuarium yang hanya berisi ikan tidak memerlukan injeksi CO<sub>2</sub>. Pada *aquascape*, injeksi CO<sub>2</sub> diperlukan. Apalagi pada *aquascape* yang berisi tanaman air tertentu yang membutuhkan CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang cukup banyak.

F. Jenis ikan yang dipilih

Pada akuarium konvensional dapat memasukkan jenis ikan apapun, tentu dengan memperhatikan interaksi antar jenis ikan yang dipelihara. Tidak demikian halnya pada *aquascape*. Jenis ikan yang dipilih lebih terbatas, yaitu ikan-ikan yang tenang, bergerak dalam kelompok, bukan ikan dasar (*bottom dweller*), dan tidak memakan tanaman air.

#### G. Jumlah ikan yang dipelihara

Di dalam akuarium konvensional dapat memelihara cukup banyak ikan, tentu dengan memperhatikan ukuran tangki dan jenis ikan yang dipelihara. Di dalam *aquascape*, ikan yang dipelihara lebih sedikit. Hal ini dilakukan untuk menjaga keseimbangan antara ikan dengan tanaman air.

#### H. Pemberian pupuk

Salah satu tindakan perawatan di dalam *aquascape* adalah memberikan pupuk ke tanaman air yang dipelihara. Hal ini dilakukan untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Di dalam akuarium konvensional, pupuk tidak perlu diberikan, karena ikan tidak memerlukannya.

#### I. Tema

*Aquascape* dikenal memiliki berbagai tema yang unik. Tema yang paling sering dipakai adalah tema dasar perairan dimana banyak tumbuhan berpadu dengan ikan-ikan yang berenang. Dalam akuarium konvensional, tema seringkali tidak muncul, terkadang malah sekedar memelihara ikan di dalam tangki kaca.

#### J. Tingkat kesulitan

Tingkat kesulitan dalam menata dan memelihara *aquascape* jauh lebih tinggi dibanding tingkat kesulitan dalam menata dan memelihara akuarium biasa. Dapat dikatakan bahwa *aquascape* merupakan puncak pembelajaran bagi seorang pecinta akuarium.

### 2.2.1.3 Nilai lebih *Aquascape*

*Aquascape* akan memberikan tiga nilai positif dalam kehidupan, yaitu keindahan, kebanggaan, dan kepuasan. Tiga nilai itulah yang selalu dicari setiap orang, walau tidak selalu diperoleh pada satu hal.

#### A. Keindahan

Keindahan akan datang ke rumah saat sebuah *aquascape* berhasil dibuat atau dibeli. Karena dapat melihat perpaduan antara hijaunya tanaman dengan sejuknya air. Jika keindahan dan kenyamanan ini hanya bisa diperoleh dengan pergi ke pegunungan, dengan adanya *aquascape* dapat menikmatinya setiap hari. Sambil beristirahat dapat menikmati keindahan *aquascape*.

#### B. Kebanggaan

Sebuah kebanggaan akan muncul tatkala berhasil menata sebuah *aquascape* yang indah, dengan tema yang unik. Kebanggaan akan bertambah manakala orang lain memuji hasil karya *aquascape* yang dibuat sendiri. Inilah nilai positif kedua yang bisa diperoleh saat membuat sebuah *aquascape*.

#### C. Kepuasan

Segala sesuatu yang menyangkut hobi pada akhirnya satu hal, yaitu meraih kepuasan. Tingkat kepuasan suatu hobi berbeda-beda, namun hobi yang sulit, yang tidak semua orang bisa, terkadang malah yang berbahaya (tidak termasuk *aquascaping*) mendatangkan kepuasan yang tinggi. Menata *aquascape* tidaklah mudah, bahkan sulit bagi sebagian orang. Karena itu *aquascape* akan mendatangkan kepuasan yang tinggi bagi penghobinya.

### 2.2.1.4 Alat Yang Dibutuhkan Dalam Pembuatan *Aquascape*

#### A. Filter

Filter adalah suatu alat yang digunakan untuk mempertahankan kualitas air dalam tangki dengan cara menyaring kotoran, menyerap racun, atau merombak senyawa berbahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya. Secara umum, berdasarkan cara kerjanya, filter terbagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu filter mekanis, filter kimia, dan filter biologi.

##### 1) Filter Mekanis/Fisik

Filter ini bekerja secara mekanis sehingga fungsinya hanya menyaring kotoran, sisa pakan, debu, dan koloid yang berada di dalam air budidaya. Material filter mekanis adalah *spons*, ijuk, atau serat kapas. Filter mekanis pada umumnya dapat dikonstruksikan, baik sebagai filter internal maupun filter eksternal.



Sumber: (Nikoi, 2022)

Gambar 2.2 Japmat

##### 2) Filter Kimia

Bentuk filter jenis ini berupa absorben atau bahan kimia penyerap maupun pengikat sisa metabolit beracun yang ada dalam air. Filter kimia digunakan pada kondisi tertentu dengan reaksi cepat atau memineralisasi substansi organik dengan cepat.





Sumber: (Blibli, 2022)

Gambar 2.3 Karbon Aktif

### 3) Filter Biologis

Berfungsi sebagai pengurai senyawa nitrogen yang beracun menjadi senyawa tidak beracun melalui proses nitrifikasi dan nitratasi. Proses ini dilakukan oleh bakteri perombak. Material filter dapat berupa kerikil kecil, pasir kasar, serat gelas, atau *spons*.



Sumber: (Blibli, 2022)

Gambar 2.4 *Bioball*

## B. Pompa Air dan Aerator

Peralatan akuarium yang juga penting adalah pompa air. Alat ini mengalirkan air ke dalam filter dan kemudian mengembalikannya lagi ke akuarium. Sebagian orang menganggap bahwa pompa air hanya digunakan untuk menciptakan suara gemericik air. Pendapat ini tidak tepat. Sebenarnya ada banyak sekali kegunaan pompa air bagi akuarium, antara lain:

- a. Mengalirkan air melalui filter sehingga kotoran dapat disaring.

- b. Mengatur sirkulasi air sehingga semua air mendapat kesempatan berada di permukaan dan mendapat pasokan oksigen.
- c. Menjaga ketersediaan pasokan oksigen bagi ikan
- d. Menimbulkan efek gemericik yang menyenangkan saat didengarkan.



Sumber: (Lazada, 2022)

Gambar 2.5 Filter Gantung

Aerator berkebalikan dengan injektor CO<sub>2</sub>, yaitu menyuplai oksigen kedalam air. Oksigen penting karena semua makhluk hidup bernafas menggunakan oksigen. Didalam *aquascape* ada tiga jenis makhluk hidup yang membutuhkan oksigen, yaitu, ikan, bakteri pengurai, dan tanaman air.

### C. Lampu

Di dalam *aquascape*, lampu bukan saja peralatan yang penting, tetapi juga memegang peran vital, terutama bagi tanamannya. Hal ini berbeda dengan akuarium konvensional, di mana lampu hanya untuk mempercantik akuarium. Memilih lampu untuk *aquascape* sedikit lebih rumit dibanding memilih lampu untuk akuarium konvensional. Lampu untuk *aquascape* harus sesuai dengan jenis tanaman dan ukuran tangki, termasuk ke dalam tangki. Dari sekian banyak lampu, dapat digolongkan menjadi tiga jenis yaitu lampu bohlam, lampu *fluorescent*, dan lampu metal halida.

### 1) Lampu bohlam

Lampu bohlam menggunakan sistem pijar dalam menghasilkan cahaya, sehingga energi yang dialirkan ke lampu terbagi dua, menjadi energi cahaya dan panas. Lampu bohlam mulai banyak ditinggalkan pemilik akuarium karena alasan berikut:

- a. Kebutuhan energinya besar
- b. Cahaya yang ditimbulkan kurang baik karena berwarna kuning sehingga kurang mendukung keindahan akuarium
- c. Dapat meningkatkan suhu air dengan cepat akibat energi panas yang dihasilkannya
- d. Spektrum warnanya kurang sesuai untuk kebutuhan fotosintesis tanaman air.

### 2) Lampu *fluorescent*

Lampu *fluorescent* menggunakan prinsip yang berbeda dengan lampu bohlam, yaitu dengan memendarkan katoda yang ada pada lampu. Dengan prinsip ini, cahaya yang terbentuk sangat terang karena sedikit sekali energi yang diubah menjadi panas. Lampu *fluorescent* sering disebut neon atau TL mulai banyak digunakan karena hemat daya, berwarna cerah, tidak menghasilkan panas berlebih, tersedia berbagai ukuran, dan relatif tahan lama.

### 3) Lampu Metal Halide

Bila cahaya lampu *fluorescent* tidak mampu mencapai dasar akuarium yang berukuran besar, hal itu dapat diatasi menggunakan lampu metal halida, atau yang sering disebut sebagai lampu *mercury vapor*. Lampu

metal halida berwarna jingga atau putih, dengan kecerahan dan daya sorot yang lebih tinggi dibanding lampu *fluorescent*. Lampu metal halida juga mempunyai kelemahan, yaitu menghasilkan panas yang lebih tinggi dibanding lampu *fluorescent* sehingga perlu dilengkapi dengan kipas angin untuk membuang panas atau akuarium dilengkapi dengan *cooler* (pendingin).

#### **D. Heater dan Cooler**

*Heater* atau pemanas merupakan alat yang digunakan untuk meningkatkan suhu air akuarium. Suhu rendah akan mendatangkan masalah bagi ikan dan tanaman air. Suhu yang rendah akan membuat ikan malas berenang dan makan. Jika terlalu lama, ikan bisa sakit. Tanaman juga sama, akan mengurangi fotosintesis dan respirasi jika suhu terlalu dingin. *Heater* sebenarnya adalah bola lampu pijar yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga tahan dalam air. Terdapat dua jenis *heater*, yaitu *heater* yang seluruhnya berada di dalam air dan *heater* yang sebagian saja yang berada di dalam air. *Heater* yang pertama lebih cepat memanaskan air dibanding jenis yang kedua. Kebalikan dari *heater* adalah *cooler* (pendingin). Fungsi *cooler* adalah untuk menurunkan suhu air. Berbeda dengan *heater*, *cooler* tidak dimasukkan ke dalam akuarium. *Cooler* berada dalam kompartemen khusus dimana air dipompa menuju *cooler*, didinginkan di dalamnya, dan kemudian air dikembalikan ke akuarium.



Sumber: (Shopee, 2022)

Gambar 2.6 *Water Heater*

### E. Termometer

Termometer memang tidak berpengaruh langsung pada terhadap kualitas akuarium sehingga banyak pemilik akuarium melupakannya. Namun sebenarnya keberadaan alat ini sangat penting. Suhu air mempengaruhi kehidupan ikan dan tanaman. Oleh sebab itu pengawasan terhadap suhu air harus secara rutin dilakukan. Termometer harus senantiasa terpasang agar kita dapat melihat suhu air kapan saja. Oleh sebab itu termometer harus dipasang pada bagian tangki yang mudah terlihat dan mudah dibaca.



Sumber: (Tokopedia, 2022)

Gambar 2.7 Termometer Akuarium

### F. pH Meter

pH meter berguna untuk mengukur pH air yang ada di dalam *aquascape*. pH air yang pas untuk *aquascape* adalah air murni yang memiliki pH 7,0. Jika

air yang digunakan dalam tangki kurang atau lebih dari 7,0 maka dapat dipastikan bahwa air tersebut tercemar. Meskipun tidak berbahaya, namun tetap berdampak kurang baik bagi tanaman dan ikan di dalamnya.

### G. Tangki dan Kap Tangki

Dari semua peralatan, tangki dan kap haruslah ada. Tangki akuarium dan *aquascape* dibuat dari bahan kaca. Walau terkadang dikombinasikan dengan bahan lain, kaca tetap dominan. Bukan tanpa alasan kaca dipilih sebagai bahan tangki. Selain karena tembus pandang, juga karena awet dan tahan lama. Di dalam tangki ada bergalon air dengan tekanan yang tinggi. Jika tangki dibuat dari plastik maka pasti akan mengembang dan pecah.

### H. Injektor CO<sub>2</sub>

Sesuai namanya, injektor CO<sub>2</sub> digunakan untuk meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> terlarut dalam air. Tanaman air membutuhkan CO<sub>2</sub> untuk berfotosintesis. Tanpa CO<sub>2</sub> tanaman tidak akan mendapat energi dan akan mati.



Sumber: (Blibli, 2022)

Gambar 2.8 Injektor Co<sub>2</sub>

### 2.2.2 Manajemen Produksi

Produksi dapat dinyatakan sebagai seperangkat prosedur dan kegiatan yang terjadi dalam penciptaan produk dan jasa. Dengan demikian, maka manajemen produksi secara umum yaitu sebagai rangkaian keputusan yang rumit guna

mendukung proses produksi (Assauri, 2008). Pada masa awal perkembangan disiplin ilmu manajemen produksi, pabriklah yang merupakan pihak yang diuntungkan dari kemajuan pengetahuan dan teknik. Namun dewasa ini, dapat disaksikan bahwa semua pihak yang terlibat dalam produksi barang dan jasa, termasuk pasar swalayan, gudang, dan kantor, dapat menikmati manfaat dari perencanaan dan manajemen produksi. Ternyata pada berbagai jenis bisnis dapat dilihat bahwa prinsip-prinsip manajemen produksi telah dirangkaikan dengan interaksi pekerja, bahan dan mesin, pengendalian biaya dan mutu, dan penataan lokasi fasilitas.

Pada agribisnis, prinsip-prinsip manajemen produksi terbukti telah bermanfaat dalam memperbaiki metode pengumpulan, penyortiran, dan pengelompokan mutu, pemrosesan dan pabrikasi, dan pengepakan serta pengiriman produk pertanian. Manajemen produksi memiliki dampak menyeluruh dan terkait dengan berbagai fungsi, seperti fungsi personalia, keuangan, penelitian dan pengembangan, pengadaan dan penyimpanan, dan lain-lain. Artinya, segala sesuatu yang berkaitan dengan produksi memiliki dampak terhadap fungsi-fungsi lainnya, bahkan memiliki dampak menyeluruh terhadap perusahaan. Misalnya, suatu rencana peningkatan produksi sampai 10% akan memiliki dampak terhadap fungsi manajemen keuangan, manajemen sumber daya manusia, manajemen teknologi, manajemen pengadaan, manajemen persediaan, manajemen penyimpanan, dan lain-lain (Handoko, 2001).

Manajemen produksi, terutama menyangkut keputusan lokasi, ukuran atau volume, dan tata letak fasilitas, pembelian, persediaan, dan penjadwalan serta mutu produk, akan menjadi perhatian khusus dari para manajer produksi.

Walaupun keputusan-keputusan mengenai hal tersebut secara fungsional dapat berada di luar tanggung jawab manajer produksi, seperti fungsi pengadaan, persediaan, dan penyimpanan, tetapi harus diperhatikan oleh manajer produksi dalam rangka menjamin berlangsungnya proses produksi sesuai dengan yang direncanakan (Assauri, 2008).

Adapun fungsi-fungsi manajemen produksi yang dikemukakan oleh G.R. Terry dalam bukunya *Principles of Management* (Sukarna, 2011), membagi empat fungsi dasar manajemen, yaitu:

a. *Planning* (perencanaan)

Perencanaan adalah memilih fakta dan penghubungan fakta-fakta serta pembuatan dan penggunaan perkiraan-perkiraan atau asumsi-asumsi untuk masa yang akan datang dengan jalan menggambarkan dan merumuskan kegiatan-kegiatan yang diperlukan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

b. *Organizing* (pengorganisasian)

Pengorganisasian adalah penentuan, pengelompokan, dan penyusunan macam-macam kegiatan yang diperlukan untuk mencapai tujuan, penempatan orang-orang (pegawai), terhadap kegiatan-kegiatan ini, penyediaan faktor-faktor fisik yang cocok bagi keperluan kerja dan penunjukan hubungan wewenang, yang dilimpahkan terhadap setiap orang dalam hubungannya dengan setiap kegiatan yang diharapkan.

c. *Actuating* (pelaksanaan)

Pelaksanaan adalah membangkitkan dan mendorong semua anggota kelompok agar berkehendak dan berusaha dengan keras untuk mencapai



tujuan dengan ikhlas serta serasi dengan perencanaan dan usaha-usaha pengorganisasian dari pihak pimpinan.

d. *Controlling* (pengawasan)

Pengawasan dapat dirumuskan sebagai proses penentuan apa yang harus dicapai yaitu standard, apa yang sedang dilakukan yaitu pelaksanaan, menilai pelaksanaan, dan bilamana perlu melakukan perbaikan-perbaikan, sehingga pelaksanaan sesuai dengan rencana, yaitu selaras dengan standard (ukuran).

Sedangkan menurut Handoko (2001), fungsi manajemen terdiri dari *planning, organizing, staffing, leading, dan controlling*. Dan menurut Henry Fayol (2010), manajer menjalankan fungsi manajemen, yaitu merencanakan, mengorganisasi, mengoordinasi, dan mengendalikan. Dan biasa juga dengan: perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan dan pengendalian.

Dari beberapa fungsi manajemen di atas, dapat dipahami bahwa semua manajemen diawali dengan perencanaan (*Planning*). Setelah itu pengorganisasian (*Organizing*). Selanjutnya menerapkan fungsi pengarahan yang diartikan dalam kata yang berbeda seperti *actuating* dan *leading*. Lalu fungsi yang terakhir dalam manajemen adalah pengendalian (*Controlling*).

### **2.2.3 Penjadwalan**

Penjadwalan merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam penentuan waktu dan urutan kegiatan produksi. Dengan adanya penjadwalan maka perusahaan akan mendapatkan gambaran mengenai kegiatan produksi yang akan dilaksanakan sehingga perusahaan akan dapat memperkirakan mengenai kebutuhan waktu penyelesaian produksi dan biaya yang dikeluarkan. Dengan begitu perusahaan akan dapat menghindari sedini mungkin apabila selama proses

produksi terjadi penyimpangan dan kesalahan yang muncul serta kegiatan yang tidak sesuai rencana, sehingga dapat mengurangi resiko yang dapat merugikan perusahaan baik kerugian waktu ataupun biaya. Menurut Subagyo (2005), penjadwalan adalah suatu kegiatan penjadwalan kapan memulainya, berapa lama mengerjakannya setiap tahap kegiatan dan kapan selesainya. Menurut Soeharto (2001) Penjadwalan (*scheduling*) adalah pengaturan perincian yang diperlukan untuk melaksanakan rencana itu. Sedangkan menurut Render dan Heizer (2004) menyatakan bahwa penjadwalan kegiatan menetapkan jangka waktu tertentu kegiatan produksi yang harus diselesaikan.

#### **2.2.3.1 Pentingnya Penjadwalan Bagi Bisnis**

Perusahaan yang menerapkan penjadwalan mempunyai beberapa keuntungan antara lain: dengan penjadwalan dapat efektif, perusahaan menggunakan asetnya dengan efektif dan menghasilkan investasi lebih besar yang akan mengurangi biaya. Penjadwalan menambah kapasitas dan fleksibilitas yang terkait memberikan waktu pengiriman yang lebih cepat dan dengan demikian pelayanan kepada pelanggan menjadi lebih baik. Keuntungan kompetitif dengan pengiriman yang bisa diandalkan (Heizer & Render, 2001).

#### **2.2.3.2 Tujuan Penjadwalan**

Menurut Subagyo (2003) aktivitas penjadwalan memiliki beberapa tujuan, antara lain :

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu sehingga total waktu proses berkurang dan produktivitas dapat meningkat.

2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya masih mengerjakan tugas yang lain.
3. Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi biaya keterlambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindari.

### **2.2.3.3 Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan dalam Penjadwalan**

Dalam membuat jadwal, kita harus memperhatikan beberapa faktor yang biasanya merupakan kendala dalam membuat jadwal. Faktor-faktor itu antara lain:

1. Kapasitas sarana dan prasarana. Kapasitas sarana dan prasarana yang dimiliki suatu lembaga atau perusahaan biasanya memiliki kapasitas terbatas. Oleh karena itu dalam menyusun jadwal kita harus mengalokasikan kapasitas yang tersedia oleh pekerjaan pekerjaan yang ada.
2. Permintaan. Permintaan merupakan faktor yang tidak dapat dikuasai perusahaan, karena datang dari konsumen maka sesuai dengan kebutuhan konsumen. Oleh karena itu sebisa mungkin jadwal yang disusun disesuaikan dengan permintaan konsumen.
3. Bahan baku pembantu. Bahan baku pembantu merupakan kebutuhan perusahaan untuk melaksanakan pembuatan barang / jasa yang akan diberikan kepada konsumen. Jika persediaan bahan baku terbatas maka terbatas pula jadwal yang kita buat, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

4. Kapasitas SDM. Kapasitas SDM biasanya juga merupakan pembatas terutama tenaga ahli. Tenaga ahli sulit ditambah jumlahnya, padahal kapasitas kerja mereka terbatas. Jika jumlah tenaga ahli terbatas sedangkan permintaan meningkat, perusahaan dapat melakukan variasi jumlah tenaga kerja.
5. Hari kerja. Hari kerja yang kita miliki terbatas. Dalam setahun tidak sepenuhnya ada 365 hari karena ada hari minggu, hari libur dan hari-hari yang tidak sepenuhnya dapat bekerja 100%. Dalam membuat jadwal harus mempertimbangkan ini, jika perlu buat kalender produksi, yang hanya memuat hari-hari kerja saja sehingga jadwal produksi dapat disesuaikan dengan kalender tersebut.
6. Ketentuan teknis. Ketentuan teknis adalah pembuatan barang secara teknis. Ketentuan ini tidak dapat dilanggar, harus diikuti agar pembuatan barang dapat dilaksanakan dengan baik.
7. Adanya order khusus. Kadang-kadang kita sering menerima order khusus yang harus didahulukan dari order biasa. Hal tersebut sering mengganggu jadwal yang telah disusun untuk order biasa.
8. Adanya kendala biaya. Dalam menjalankan kendala produksi perusahaan sering berhadapan dengan masalah ketersediaan dana yang digunakan untuk membiayai kegiatan produksi. Kendala biaya tersebut biasanya berupa kenaikan biaya produksi yang disebabkan oleh kenaikan BBM, biaya tenaga kerja (Djarwanto & Subagyo, 2000).

#### **2.2.3.4 Metode Penjadwalan**

Berbagai teknik dapat diterapkan untuk penjadwalan. Teknik yang digunakan tergantung dari volume produksi, variasi produk, keadaan operasi, dan

kompleksitas dari pekerjaan sendiri. Berdasarkan volume produksinya teknik penjadwalan dibagi menjadi 3 :

1. Penyeimbangan lini

Teknik penjadwalan penyeimbangan lini banyak digunakan dalam sistem volume tinggi (*mass production*). Teknik ini menekankan pada pengalokasian tugas-tugas kepada stasiun-stasiun kerja sehingga dapat keseimbangan waktu kerja di antara stasiun kerja tersebut.

2. *Run-out time*

*Rut-out time* adalah metode penjadwalan dengan pemrosesan sistem *batch* yang menunjukkan berapa lama suatu produk tertentu akan habis dari persediaan. Metode ini dipakai ketika sebuah fasilitas produksi dipergunakan secara bersama-sama untuk menghasilkan beberapa produk.

3. Pengurutan (*Sequencing*)

Metode pengurutan banyak digunakan pada sistem volume produksi rendah. Penjadwalan dalam sistem volume produksi rendah diarahkan untuk menentukan bagaimana pembagian beban pekerjaan pada pusat-pusat kerja (*loading*) dan bagaimana urutan pekerjaannya.

Secara umum, penjadwalan yang sering digunakan sebagai pedoman dan pengawasan produksi adalah model *Gantt Chart* dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Penjadwalan dengan bagan *Gantt* adalah suatu metode penentuan waktu kapan pekerjaan dimulai dan berakhir untuk berbagai kegiatan pada suatu stasiun kerja dengan menggunakan bantuan bagan. Terdapat dua metode penjadwalan dengan bagan *Gantt* yaitu :

#### A. Penjadwalan maju

Penjadwalan memulai kegiatan seawal mungkin sehingga pekerjaan selesai sebelum batas waktu yang dijanjikan yang mengasumsikan bahwa pengadaan material dan operasi dimulai segera setelah pesanan diterima. Penjadwalan maju memiliki konsekuensi terjadinya akumulasi persediaan sampai hasil pekerjaan itu diperlukan pada pusat kerja berikutnya. Penjadwalan maju banyak digunakan dalam perusahaan dimana operasi dibuat berdasarkan pesanan dan pengiriman dilakukan segera setelah pekerjaan selesai.

#### B. Penjadwalan mundur

Berlawanan dengan penjadwalan maju, penjadwalan mundur memprioritaskan kegiatan operasi yang terakhir dijadwalkan, kemudian diikuti dijadwalkan kegiatan sebelumnya satu per satu secara mundur. Metode ini dapat meminimalkan persediaan karena pekerjaan baru selesai pada saat pekerjaan itu diperlukan pada stasiun kerja berikutnya. Namun metode ini memerlukan perencanaan waktu tenggang (*lead time*) yang akurat, tidak terjadi *break down* selama proses.

#### **2.2.4 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)**

Pada tahun 1957, biro konsultan US Navy menghasilkan sebuah diagram network untuk memecahkan problem-problem industri dalam bidang pertahanan yang diberi nama diagram PERT, PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique*. Diagram PERT digunakan untuk menganalisis jaringan kegiatan atau peristiwa yang meliputi berbagai metode perencanaan bidang pertahanan.

PERT merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan dan menyelaraskan berbagai kegiatan secara menyeluruh serta mempercepat tercapainya sasaran (Herlinda et al., 2010). Metode PERT akan mempresentasikan urutan kegiatan dan ketergantungan antar setiap kegiatan.

PERT merupakan teknik yang menggunakan perkiraan waktu. Perkiraan waktu ini digunakan untuk menghitung nilai yang diharapkan dan penyimpangan standar untuk kegiatan tersebut (Render & Heizer, 2004). Adapun komponen-komponen jaringan PERT menurut Heizer dan Render (2001) antara lain:

1. Kegiatan (*activity*)

Adalah bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan / kegiatan mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan waktu berakhirnya kegiatan.

2. Peristiwa (*event*)

Adalah menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Biasanya peristiwa digambarkan dengan suatu lingkaran atau *nodes* dan juga diberi nomor dengan nomor-nomor yang lebih kecil bagi peristiwa-peristiwa yang mendahuluinya dan biasanya dihubungkan dengan menggunakan anak panah.

3. Waktu kegiatan (*activity time*)

Adalah suatu unsur yang merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan. Waktu kegiatan dibagi dalam tiga estimasi waktu penyelesaian kegiatan yaitu:

- a. Waktu optimis (a) adalah waktu yang digunakan untuk menyelesaikan aktivitas bila semuanya berjalan dengan lancar tanpa hambatan / penundaan.
- b. Waktu realistik (m) adalah waktu yang paling tepat untuk menyelesaikan aktivitas.
- c. Waktu pesimis (b) adalah waktu kegiatan bila terjadi hambatan atau penundaan melebihi seharusnya.
- d. Waktu mulai dan waktu berakhir  
 Waktu mulai dan waktu berakhir yang terdiri dari waktu mulai paling awal (ES), waktu mulai paling lambat (LS), waktu selesai paling awal (EF) dan waktu selesai paling lambat (LF).
- e. Kegiatan semu (*Dummy*)  
 Yaitu suatu kegiatan yang tidak sebenarnya dan biasanya ditunjukkan dengan garis putus-putus.

Dalam menentukan jadwal produksi dapat menggunakan proses *two-pass* yang terdiri dari *forward pass* dan *backward pass*. ES dan EF ditentukan selama *forward pas*, sedangkan LS dan LF ditentukan selama *backward pass*.

a. *Forward Pass*

*Forward pass* digunakan untuk mengidentifikasi waktu-waktu terdahulu. Sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan. Jika suatu kegiatan hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES-nya sama dengan EF dari pendahulunya. Jika suatu kegiatan mempunyai beberapa pendahulu langsung, ES-nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya, dengan rumusan:



$$ES = \text{Max} (EF \text{ semua pendahulu langsung})$$

Waktu selesai terdahulu (EF) dari suatu kegiatan adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu (ES) dan waktu kegiatannya, dengan rumusan:

$$EF = ES + \text{waktu kegiatan}$$

b. *Backward Pass*

*Backward pass* digunakan untuk menentukan waktu paling akhir yang masih dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian produksi secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari perhitungan *forward pass*. Untuk setiap kegiatan, pertama-tama harus menentukan nilai LF-nya, diikuti dengan nilai LS. Sebelumnya suatu kegiatan dapat dimulai, seluruh pendahulu langsungnya harus diselesaikan. Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi hanya satu kegiatan, LF-nya sama dengan LS dari kegiatan yang secara langsung mengikutinya. Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi lebih dari satu kegiatan, maka LF-nya adalah nilai minimum dari seluruh nilai LS dari kegiatan-kegiatan yang secara langsung mengikuti, dengan rumusan:

$$LF = \text{Min} (LS \text{ dari seluruh kegiatan yang langsung})$$

### 2.2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode PERT

Pada metode analisis PERT terdapat beberapa kelebihan, diantaranya :

1. Secara matematis tidak terlalu rumit
2. Mengoptimalkan waktu penyelesaian
3. Dapat mengetahui hubungan keterkaitan antar kegiatan
4. Dapat mengetahui apabila terjadi keterlambatan kegiatan

5. Dapat mengetahui kemungkinan waktu tercepat dan waktu terlama penyelesaian kegiatan
6. Mengetahui kegiatan yang termasuk kegiatan kritis dan non-kritis
7. Dapat mengetahui batas waktu penyelesaian kegiatan.

Kekurangan metode PERT secara umum adalah bahwa perkiraan waktu yang dibutuhkan bagi masing-masing kegiatan bersifat subjektif dan tergantung pada asumsi. Sehingga secara umum PERT cenderung terlalu optimis dalam menetapkan waktu penyelesaian sebuah kegiatan. Berikut kekurangan metode PERT diantaranya :

1. Kegiatan harus didefinisikan dengan jelas
2. Harus ditunjukkannya hubungan antar kegiatan
3. Perkiraan waktu cenderung subjektif
4. Perlunya pengawasan terhadap kegiatan kritis

#### **2.2.5.2 Langkah-Langkah Metode PERT**

Langkah *network planning* dengan menggunakan pendekatan PERT ditujukan untuk mengetahui berapa nilai probabilitas kegiatan terutama pada jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan (Soeharto, 2001).

1. Menentukan aktivitas beserta durasinya. Perkiraan durasi dari setiap kegiatan dengan memperkirakan, yakni *optimistic time* (a), *pessimistic time* (b), dan *most likely time* (m).
  - a. Waktu optimis (*optimistic time*) merupakan durasi tercepat atau perkiraan waktu minimum dari setiap kegiatan. Durasi ini adalah durasi yang diharapkan saat semua kegiatan berjalan dengan baik.

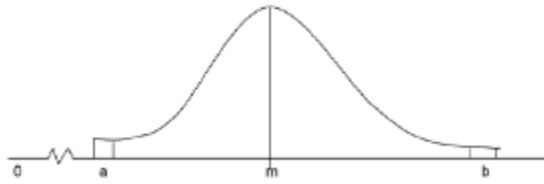
- b. Waktu pesimis (*pessimistic time*) merupakan durasi yang paling lama atau perkiraan waktu maksimum untuk menyelesaikan kegiatan yang dipengaruhi oleh keadaan yang dapat menimbulkan masalah dalam kegiatan.
- c. Waktu realistis (*most likely time*) merupakan perkiraan waktu normal atau durasi yang paling sering terjadi apabila kegiatan yang dilakukan terjadi berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

Dua asumsi dibuat untuk mengubah  $a$ ,  $m$ , dan  $b$  menjadi taksiran nilai harapan ( $te$ ) dan variansi ( $\sigma^2$ ) dari waktu yang dibutuhkan suatu kegiatan. Asumsi yang pertama Dua asumsi dibuat untuk mengubah  $a$ ,  $m$ , dan  $b$  menjadi taksiran nilai harapan ( $te$ ) dan variansi ( $\sigma^2$ ) dari waktu yang dibutuhkan suatu kegiatan. Asumsi yang pertama

$$\sigma^2 = \left[ \frac{b - a}{6} \right]^2$$

Penjelasan dari asumsi ini adalah ujung dari banyak distribusi probabilitas (seperti halnya distribusi normal) diperkirakan jatuh pada daerah sekitar tiga kali standar deviasi dari nilai tengahnya, sehingga akan terdapat rentangan sekitar enam kali standar deviasi antara kedua ujung distribusinya (Hiller & Liberman, 1990).

Nilai harapan dan variansi dari model PERT tidak dapat dipenuhi oleh distribusi Beta jika tidak ada hubungan tertentu yang sifatnya membatasi antara  $a$ ,  $b$ , dan  $m$ . Selanjutnya karakteristik hubungan tersebut membuat titik tengah atau *mid range* yang terletak pada (Hiller & Liberman, 1990)  $(a + b)/2$  sehingga nilai harapan adalah rata-rata tertimbang dari nilai tengah dan modus. Oleh karena itu, asumsi kedua nilai harapan akan terletak pada 1/3 bagian antara modus dengan nilai tengah (Siswanto, 2007).



Gambar 2.9 Kurva Distribusi Normal

Dari gambar di atas, nilai harapan atau taksiran waktu penyelesaian kegiatan ( $t_e$ ) dapat ditentukan sebagai berikut:

Jika nilai tengah adalah

$$m = \frac{a + b}{2}$$

Maka jarak  $m$  ke nilai tengah adalah

$$= \frac{a + b}{2} - m$$

Sehingga jarak  $m$  ke  $t_e$  adalah

$$= \frac{1}{3} \left[ \frac{a + b}{2} \right] - m$$

Oleh karena itu, luas  $t_e$  adalah luas  $m$  ke  $t_e$  ditambah dengan luas  $m$ , yaitu:

$$t_e = m + \frac{1}{3} \left[ \frac{a + b}{2} - m \right]$$

$$t_e = m + \frac{1}{3} \left[ \frac{a + b}{2} - \frac{1}{3}m \right]$$

$$t_e = m + \left[ \frac{a + b - 2m}{6} \right]$$

Jadi,

$$t_e = \left[ \frac{a + b + 4m}{6} \right]$$

Setelah mengetahui estimasi waktu, maka mencari waktu yang diharapkan (*expected value*) digunakan pendekatan distribusi Beta. Menentukan nilai ( $t_e$ )

dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa waktu optimistik ( $a$ ) dan waktu pesimistik ( $b$ ) adalah sama. Beda halnya kemungkinan terjadinya peristiwa realistik ( $m$ ) adalah 4 kali sesuai dengan rentang kurva distribusi peristiwa yang distandarkan.

keterangan:

$a$  = waktu optimistik

$b$  = waktu pesimistik

$m$  = waktu realistic

2. Menentukan perkiraan waktu aktivitas

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Keterangan:

$Te$  = perkiraan waktu aktivitas

$a$  = waktu paling optimis

$m$  = waktu normal

$b$  = waktu paling pesimis

3. Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan Varian kegiatan:

$$V(te) = S^2 = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

Keterangan:

$V(te)$  = varian kegiatan

$S$  = deviasi standar kegiatan

$a$  = waktu optimis

$b$  = waktu pesimis

4. Menentukan deviasi standar dari kegiatan Deviasi standar kegiatan:

$$S = \sqrt{V(te)}$$

Keterangan:

S = deviasi standar kegiatan

V(te) = Variasi kegiatan

5. Mengetahui probabilitas mencapai target jadwal Untuk mengetahui probabilitas mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan rumus:

$$z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

Keterangan:

z = angka kemungkinan mencapai target

T(d) = target jadwal

TE = jumlah waktu lintasan kritis

S = deviasi standar kegiatan

Angka z merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z.

### 2.2.5.3 Jalur Kritis

Waktu penyelesaian rangkaian kegiatan-kegiatan di dalam sebuah produksi akan memberikan gambaran mengenai waktu penyelesaian produksi itu. Namun, karena sebuah produksi terdiri atas rangkaian kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan, maka penentuan waktu penyelesaian sebuah produksi ditentukan oleh jalur kritis (*critical path*), yaitu jalur penyelesaian rangkaian kegiatan terpanjang. Waktu penyelesaian jalur ini akan menandai waktu

penyelesaian produksi. Oleh karena itu, istilah jalur kritis juga mengisyaratkan bahwa perubahan waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan pada jalur kritis akan mempengaruhi waktu penyelesaian.

Pada *network* produksi, dapat ditemukan *float/slack* yaitu sisa waktu atau waktu mundur aktivitas, sama dengan LS-ES atau LF-EF. *Float/slack* memberikan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas pada sebuah jaringan kerja. *Slack time* akan selalu muncul pada rangkaian kegiatan yang bukan merupakan jalur kritis, dan tidak akan pernah muncul pada jalur kritis.

*Slack time* menjadi perhatian manajemen karena *slack time* akan menjadi sumber daya yang bisa digunakan dan sumber penghematan yang mungkin dilakukan oleh manajemen. Ini dipakai pada waktu penggunaan *network* dalam praktek, atau digunakan pada waktu mengerjakan penentuan jumlah material, peralatan, dan tenaga kerja. *Slack* terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Total *float/slack* (S)

Jumlah waktu di mana waktu penyelesaian suatu aktivitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan.

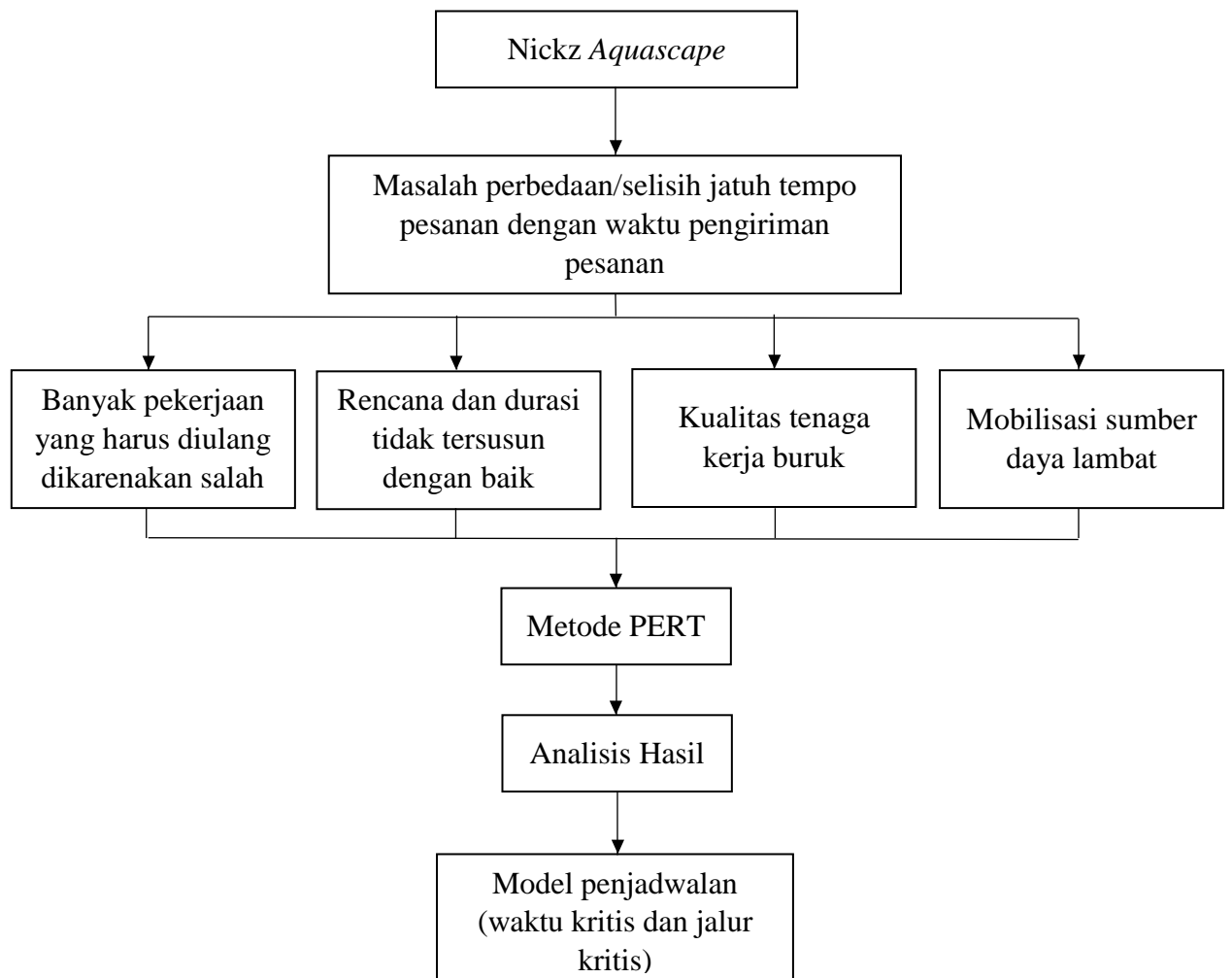
b. *Free float/slack* (SF)

Jumlah waktu di mana penyelesaian suatu aktivitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari dimulainya aktivitas yang lain atau saat paling cepat terjadinya event lain pada *network*.

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Nickz *Aquascape* adalah bisnis yang bergerak dalam bidang *aquascape*. Bisnis tersebut adalah bisnis yang bersifat *job ordering*, dimana bisnis ini

melakukan produksi apabila ada pesanan. Tahap berikutnya adalah tahap *scheduling* yaitu tahap penjadwalan mengenai alokasi dari waktu pengerjaan tiap-tiap pekerjaan dan urutan pekerjaan. Untuk menganalisis penjadwalan digunakan metode PERT yang nantinya akan didapatkan tentang efisiensi produksi (jalur kritis dan waktu penyelesaian) karena penjadwalan sangat penting agar tidak timbul masalah perbedaan atau selisih jatuh tempo pesanan dan waktu pengiriman pesanan. Berikut adalah kerangka pemikiran dari penelitian ini.



Gambar 2.10 Kerangka Pemikiran