

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. Aulia Yudha Prathama (2017)

Permasalahan yang dikaji diantaranya faktor-faktor pekerjaan apa saja yang perlu diidentifikasi yang memiliki korelasi utama dalam estimasi, bagaimana membentuk model *Artificial Neural Network* yang sesuai dengan korelasi data dengan tingkat error yang rendah.

Ruang lingkup penelitian dibatasi hanya pada pembangunan proyek-proyek Rumah Sakit Pratama, dengan responden penyedia jasa dan pengguna jasa, yang pernah menangani proyek konstruksi bangunan gedung Rumah Sakit Pratama tahun 2015.

Hasil penelitian merupakan di dapatkan faktor-faktor yang berpengaruh dominan adalah Luas bangunan,(b) Bentang kolom rata-rata, dan (c) Prosentase pekerjaan struktur tanah dan pondasi. Dengan rumus empiris yang diperoleh dari metode ANN didapatkan prosentase error MMRE maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 0.139%.

2. Ludya Kesturi (2012)

Penelitian ini mengkaji bagaimana mengidentifikasi faktor-faktor yang perlu digunakan dalam estimasi tahap konseptual, bagaimana model *Artificial Neural Network* yang sesuai dengan model dan memenuhi standard AACE.

Daaerah penelitian dibatasi hanya pada pembangunan proyek-proyek gedung 8 lantai di area Jakarta, dengan Responden penyedia jasa dan pengguna jasa yang bersedia bekerja sama dalam proyek pembangunan selama 15 tahun terakhir.

Faktor-faktor yang berpengaruh dominan adalah, lokasi, pondasi, luas total, tingkat, lapis basement, konstruksi atap, finishing grade, tahun, dan durasi pembangunan. Variabel ini kemudian dimasukkan dalam suatu desain struktur jaringan yang paling cocok sehingga keakurasiannya mencapai 7,79%, memenuhi standar AACE.

3. Murat Gunaydın (2004)

Permasalahan yang dditeliti adalah bagaimana metode neural network dapat digunakan dalam memprediksi perkiraan biaya gedung, bagaimana

membentuk model *Artificial Neural Network* yang dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Daerah penelitian dibatasi hanya pada pembangunan gedung 4-8 lantai di negara Turki. Dan data yang digunakan dalam pengujian sebanyak 30 data perencanaan gedung.

Hasil penelitian di dapatkan Metode *Artificial Neural Network* memiliki akurasi yang tinggi tergantung dari jumlah sample yang digunakan, dan dari rumus empiris yang diperoleh dari metode ANN didapatkan tingkat akurasi 93%.

4. Squeira (1999)

Penelitian ini mengkaji bagaimana cara mengakomodasi estimasi biaya untuk proyek struktur gedung yang beragam secara efektif, bagaimana tingkat keefektifan *Artificial Neural Network* dalam memecahkan masalah estimasi biaya.

Daerah penelitian dibatasi hanya pada pembangunan proyek-proyek gedung di negara Canada, data yang digunakan dari 75 proyek gedung.

Dari penelitian ini disimpulkan *Metode Neural Network* optimal digunakan dalam mengintegrasikan jaringan saraf tiruan sesuai dengan dokumen laporan biaya. Dengan tingkat keefektifan tergantung dari korelasi parameter yang digunakan dalam input data.

5. Jajang Atmaja (2018)

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi variabel yang digunakan dalam memperbanding metode *Cost Significant Model* Dengan Metode Parametrik dan metode mana yang paling akurat dalam estimasi biaya gedung bertingkat 2 lantai.

Daerah penelitian dibatasi hanya pada perbandingan biaya gedung bertingkat 2 lantai di kota Padang, dan data yang digunakan dari 9 proyek gedung.

Didapatkan Komponen yang berpengaruh *Cost Significant Model*: komponen biaya Pekerjaan Pondasi, Pekerjaan Dinding, Pekerjaan Pintu dan Jendela, Pekerjaan Kolom, dan Pekerjaan Lantai. *Cost Significant Model* memiliki hasil yang akurat namun sulit diterapkan pada proyek pemerintah yang membutuhkan pertanggungjawaban karena metode ini tidak memiliki standar yang pasti serta masih dalam penelitian. Metode Parametrik walaupun memiliki hasil kurang akurat tetapi hasil perhitungannya dapat dipertanggungjawabkan karena menggunakan harga satuan dari pemerintah.

6. Ardiansari Resti Hutami (2018)

Permasalahan yang dibahas adalah bagaimana arsitektur jaringan Neural Network untuk prediksi harga rumah yang diiklankan pada situs online OLX.co.id, bagaimana hasil data training dan testing pada data penjualan rumah untuk prediksi harga rumah pada situs online OLX.co.id?

Daerah penelitian dibatasi hanya pada data area Yogyakarta yang tersedia pada situs OLX.co.id, dan pengumpulan data dilakukan dengan data mining terhadap situs OLX.co.id?

Hasil analisis menggunakan *Backpropagation Neural Network* menunjukkan bahwa arsitektur untuk prediksi harga rumah yang terbentuk menggunakan 2 hidden layer yang memberikan nilai MSE pada data training sebesar 0,00367569 dan nilai MSE pada data testing 0,001078928.

7. Fitri Insani (2019)

Aspek permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah aspek perumusan apa saja yang digunakan dalam input data analisa efektifitas alogaritma genetika. Dan apakah alogaritma genetika dapat digunakan dalam melakukan optimasi biaya bahan dan jasa dalam pembangunan rumah.

Daerah penelitian dibatasi hanya pada daerah Pekanbaru, dan data yang digunakan dalam optimasi rute distribusi menggunakan algoritma genetika dengan menggunakan 1 pemasok, 4 pabrik, 2 unit pengantongan dan 28 distributor.

Hasil penelitian dapat disimpulkan setelah melakukan proses analisa dan implementasi terhadap optimasi biaya bahan dan jasa pembangunan rumah menggunakan algoritma genetika, kesimpulan berdasarkan hasil pengujian jumlah dana yang diinputkan sebesar Rp. 245.000.000.- pada tipe rumah 45 / 140 M2 dengan menggunakan nilai PC = 0.4, PM = 0.3 Serta jumlah populasi 30 dan individu 30 maka didapatkan hasil optimasi RAB dan AHS dengan total biaya keseluruhan sebesar Rp.242.901.509,33 Dengan data pembanding sebanyak 5 individu. Berdasarkan kesimpulan tersebut, maka Algoritma genetika dapat digunakan dalam melakukan optimasi biaya bahan dan jasa dalam pembangunan rumah.

8. Ganjar Giwangkoro (2013)

Permasalahan yang dikaji adalah faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi biaya konseptual pembangunan konstruksi jalan layang (flyover) dan bagaimana model arsitektur terbaik pada *Artificial Neural Network* yang sesuai dengan model.

Data penelitian adalah proyek-proyek flyover di Indonesia. Jumlah data yang digunakan sebanyak 25 data pelatihan dan 5 data pengujian.

Hasil penelitian diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi biaya proyek juga digunakan sebagai variabel dalam pelatihan, variabel yang digunakan antara lain : lokasi, panjang jalan layang, lebar jalan layang, tipe pondasi dan tahun pembuatan. Dan hasil arsitektur terbaik yang diperoleh adalah (5-10-1) dengan Nilai MMRE yang didapatkan adalah sebesar 28%.

9. Riza Rizqiana Perdana Putri (2018)

Penelitian ini mengkaji bagaimanakah klasifikasi kelayakan rumah untuk digunakan dalam metode Jaringan Saraf Tiruan, dan bagaimana model Jaringan Saraf Tiruan yang sesuai dengan korelasi data dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Dalam penelitian ini menggunakan 160 data dari Desa Kidal Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang yang terbagi menjadi dua kategori yaitu layak dan tidak layak.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian, klasifikasi rumah layak huni dapat dihasilkan dengan metode Backpropagation yang menggunakan insialisasi bobot awal nguyen widrow yang diacak dan normalisasi dengan metode min-max. Pola terbaik untuk klasifikasi ini dengan input layer = 15, hidden layer = 3 dan learning rate sebesar 0,2. Dari penelitian didapatkan rata-rata hasil akurasi tertinggi sebesar 59%.

10. Lila Ayu Ratna Winanda (2010)

Penelitian ini meninjau aspek apakah yang berpengaruh terhadap produktifitas pekerja konstruksi, dan berapakah tingkat ke akuratan analisa yang dihasilkan dari model.

Data yang digunakan berupa data sekunder yang didapatkan melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Bina Marga dalam bentuk Rekapitulasi Jalan Rabat Beton dan Kartu Inventaris Barang di Kabupaten Bulukumba.

Berdasarkan pada input data pengalaman 25 tahun, dengan motivasi pekerja baik dan tingkat pendidikan adalah SD, diperoleh nilai produktivitas hasil pengamatan adalah 10.5 m² dimana pada estimasi yang diperoleh dari pendekatan model memberikan hasil 9.21 m². Secara keseluruhan hasil analisa maka dapat diperoleh bahwa model pendekatan yang dilakukan mampu memberikan nilai produktivitas yang hampir sama dengan kondisi aktual dengan standar error untuk semua input data adalah dibawah 12% berdasarkan pada faktor pengalaman, motivasi dan pendidikan.

11. Muhammad Ibnu Atho'illah (2020)

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel bobot pekerjaan dan biaya yang berpengaruh paling signifikan terhadap estimasi biaya gedung. Dan bagaimana membentuk model *Artificial Neural Network* yang paling optimal dari variabel yang terdapat pada estimasi biaya gedung.

Objek studi yang yang dipakai untuk studi kasus ini adalah rencana proyek pembangunan gedung di Dinas Pemerintahan Kabupaten Trenggalek. Sumber data perencanaan adalah dari Konsultan Perencana yang terpilih untuk merencanakan gedung Dinas Pemerintahan Kabupaten Trenggalek.

Tabel 2.1 *Penelitian Terdahulu*

No	Peneliti	Judul	Metode	Variabel	Kesimpulan
1	Aulia Yudha Prathama (2017)	Pendekatan <i>Ann (Artificial Neural Network)</i> Untuk Penentuan Prosentase Bobot Pekerjaan Dan Estimasi Nilai Pekerjaan Struktur Pada Rumah Sakit Pratama	Menggunakan data 8 proyek dengan metodologi jaringan syaraf tiruan untuk estimasi biaya nilai pekerjaan struktural.	7 variabel input, 1 hidden layer dengan 9 neuron dan 1 output	hasil akurasi estimasi biaya rata – rata 96.51% tercapai.
2	Ludya Kesturi	Estimasi Biaya Tahap Awal pada Konstruksi Gedung Perkantoran dengan <i>Metode Artificial Neural Network</i>	Metode jaringan syaraf tiruan pada estimasi biaya proyek tahap Awal untuk proyek gedung kantor	9 parameter desain digunakan dalam rencana gedung perkantoran di daerah Jakarta.	Permodelan menghasilkan deviasi (nilai MMRE) sebesar 7,79%, lebih baik dari kriteria deviasi estimasi tahap Awal menurut AACE
3	Murat Gunaydin (2004),	<i>A Neural Network Approach For Early Cost Estimation Of Structural Systems Of Buildings</i>	Menyelidiki kegunaan metodologi jaringan saraf untuk mengatasi masalah estimasi biaya pada tahap awal proses desain bangunan	8 parameter desain yang digunakan dalam memperkirakan biaya strktur gedung 4–8 lantai di Turki	hasil yang cukup signifikan dengan akurasi estimasi biaya 93%.
4	Squeira (1999),	<i>Neural Network-Based Cost Estlmatng</i>	Metode jaringan saraf. untuk pembuatan perkiraan biaya Awal untuk prefabrikasi bertingkat rendah bangunan baja struktural.	(75 proyek bangunan) dikumpulkan dari yang berukuran besar produsen bangunan baja struktural prefabrikasi di Kanada	Hasil menunjukkan bahwa model yang digunakan dilatih, mengungguli regresi.

Tabel 2.1 *Penelitian Terdahulu (Lanjutan)*

No	Peneliti	Judul	Metode	Variabel	Kesimpulan
5	Jajang Atmaja (2018)	Perbandingan Cost Significant Model Dengan Metode Parametrik Untuk Estimasi Biaya Gedung Bertingkat 2 (Dua) Di Provinsi Sumatera Barat	Penelitian ini membandingkan tingkat akurasi Cost Significant Model dan Metode Parametrik untuk estimasi biaya gedung bertingkat 2 lantai.	Data inflasi tahunan, Data Harga Satuan Bangunan Gedung Negara, dan Koefisien/faktor pengali berdasarkan jenis bangunan yang diteliti	Cost Significant Model memiliki hasil yang akurat namun sulit diterapkan pada proyek pemerintah yang membutuhkan pertanggungjawaban.
6	Ardiansari Resti Hutami (2018)	<i>Aplikasi Neural Network Untuk Prediksi Harga Rumah Di Yogyakarta Menggunakan Backpropagation</i>	Penelitian ini menggunakan software Matlab untuk menganalisis data harga rumah di situs OLX.co.id.	Luas Tanah, Luas Bangunan, Kamar Tidur Kamar Mandi, Lantai Sertifikat, Lokasi, dan Harga	Hasil menggunakan <i>Backpropagation Neural Network</i> menggunakan 2 hidden layer membuktikan NN dapat diterapkan untuk optimasi.
7	Fitri Insani (2019)	Optimasi Biaya Bahan Dan Jasa Pembangunan Rumah Menggunakan Algoritma Genetika	Penelitian ini melakukan optimasi berdasarkan biaya bahan dan jasa menggunakan salah satu metode heuristik yaitu algoritma genetika	Penelitian ini menggunakan biaya bahan dan jasa dari PU (Pekerjaan Umum) Kota Pekanbaru tahun 2018	Hasil analisa menggunakan alogaritma genetika pada RAB dan AHS menunjukkan nilai yang signifikan untuk optimasi.
8	Ganjar Giwangkoro (2013)	Estimasi Biaya Konseptual Konstruksi Bangunan Jalan Layang (Flyover) Dengan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	Mencari faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi biaya pembangunan jalan layang (flyover) dan untuk melihat keakuratan <i>ANN</i> .	Lokasi Flyover, Tahun Pembangunan, Panjang Flyover, Lebar Flyover, Tipe Pondasi, Nilai Kontrak	Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain: lokasi, panjang jalan layang, lebar jalan layang, tipe pondasi dan tahun pembuatan.

Tabel 2.1 *Penelitian Terdahulu (Lanjutan)*

No	Peneliti	Judul	Metode	Variabel	Kesimpulan
9	Riza Rizqiana Perdana Putri (2018)	Implementasi Metode JST-Backpropagation Untuk Klasifikasi Rumah Layak Huni (Studi Kasus: Desa Kidal Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang)	Penelitian dilakukan dengan Metode JST-Backpropagation untuk klasifikasi rumah layak huni dengan menggunakan algoritma backpropagation.	Luas tanah, Lantai, Dinding, Atap, Penerangan, Air Minum, Kamar Mandi, dan septictank.	Dari penelitian didapatkan rata-rata hasil akurasi tertinggi sebesar 59%.
10	Lila Ayu Ratna Winanda (2010)	Estimasi produktivitas pekerja konstruksi Dengan <i>probabilistic neural network</i>	Dilakukan dengan memetakan produktivitas pekerja konstruksi beserta faktor yang mempengaruhinya	produktivitas, pengalaman, pendidikan, motivasi dari pekerja konstruksi dengan 25 tahun pengalaman.	Nilai produktivitas hasil pengamatan adalah 10.5 m ² dimana pada estimasi yang diperoleh dari pendekatan model memberikan hasil 9.21 m ² .
11	Muhammad Ibnu Atho'illah (2020)	Metode <i>Artificial Neural Network</i> Untuk Penentuan Prosentase Bobot Pekerjaan Dan Estimasi Biaya Gedung (Studi Kasus : Gedung Dinas Pemerintah Kabupaten Trenggalek)	Penelitian dilakukan dengan mencari korelasi bobot pekerjaan pembangunan gedung terhadap estimasi biaya dengan menggunakan <i>Metode Artificial Neural Network</i> .	pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur, pekerjaan dinding, pekerjaan atap, pekerjaan pintu dan jendela, pekerjaan lantai, pekerjaan mekanikal elektrik serta data estimasi biaya	

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Estimasi Biaya Proyek

Estimasi adalah seni memperkirakan (the art of approximating) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu (National Estimating Society, 1979). Estimasi biaya proyek adalah upaya untuk memperkirakan seluruh biaya yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek dari tahap awal hingga selesainya proyek, hingga pemeliharaan melalui analisis perhitungan. Estimasi biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek, mengingat kesalahan dalam membuat estimasi proyek bisa berakibat kesalahan dalam pengambilan keputusan menjalankan proyek. Estimasi dibutuhkan pada saat proses perencanaan, disaat keputusan-keputusan preliminary mengenai proyek harus ditentukan, kemudian selanjutnya dibutuhkan untuk tujuan *budgetary*, lalu estimasi juga dibutuhkan pada tahap development proyek baik dalam proses desain maupun pembangunan.

Estimasi biaya perlu dibedakan atau diklasifikasikan, sesuai dengan tingkatan definisi proyek itu sendiri (American Association of Cost Engineering AACE, 2005). Yang nantinya pengklasifikasian itu bertujuan untuk:

- a. Sebagai guidelines untuk memudahkan dalam menyediakan dasar sebagai bahan perbandingan dan mengkorelasikan karakteristik utama yang umum dipakai dalam pengklasifikasian estimasi biaya
- b. Menggunakan tingkatan definisi proyek sebagai karakteristik dominan dalam mengkategorikan estimasi
- c. Meningkatkan komunikasi antara seluruh stakeholder yang terlibat dalam proses persiapan, evaluasi, serta mencegah mis-interpretasi estimasi biaya atas kesalahan penafsiran atau kesalahan penggunaan estimasi.

2.2.1.1 Estimasi Biaya Proyek Konstruksi

Fungsi estimasi biaya dalam dunia konstruksi, menurut (Pratt, 1995), ialah:

1. Untuk melihat apakah perkiraan biaya konstruksi dapat terpenuhi oleh biaya yang ada
2. Untuk mengatur aliran dana ketika pelaksanaan konstruksi sedang berjalan
3. Untuk kompetensi pada saat proses penawaran. Estimasi biaya berdasarkan spesifikasi dan gambar kerja yang disiapkan owner, harus menjamin bahwa pekerjaan akan terlaksana dengan tepat dan kontraktor dapat menerima keuntungan yang layak.

2.2.1.2 Jenis-Jenis Estimasi Biaya Proyek

Jenis-jenis estimasi menurut peruntutkannya (Schexnayder, 2003) ialah:

- a. Estimasi untuk Perencanaan Awal
- b. Estimasi untuk Studi Kelayakan
- c. Estimasi untuk Engineering dan Desain
- d. Estimasi untuk Konstruksi
- e. Estimasi untuk Change Order

2.2.1.3 Metode-Metode Estimasi Biaya Proyek

Untuk melakukan estimasi biaya terdapat beberapa cara atau metode (Michael D. Dell'Isola, 2002), diantaranya:

- a. Metode Harga Unit Satuan
 - a) Metode Akomodasi
 - b) Metode Meter Kubik.
 - c) Metode Meter Persegi.
 - d) Metode Area Fungsional
- b. Metode *Cost-Modelling* dan Parametrik
- c. Analisa Biaya Sistem/Elemental
- d. Metode Survey Kuantitas

2.2.1.4 Tingkat Keakurasian Estimasi Biaya Proyek

Tingkat ketersediaan informasi mengenai proyek mempengaruhi keakurasian estimasi biaya yang dilakukan pada tahapan tersebut. Tingkat akurasi tersebut sebanding dengan informasi yang tersedia, faktor risiko dan ketidakpastian. Dengan mengetahui tingkatan estimasi beserta metode yang tepat, diharapkan estimasi biaya konstruksi dapat diantisipasi lebih awal dan biaya realisasi pun tidak jauh berbeda dengan apa yang telah diprediksikan, atau meningkatkan level keakurasian.

Terdapat klasifikasi hasil estimasi yang menjelaskan keterkaitan antara akurasi dengan peruntukan dari hasil estimasi menurut *Association for the Advancement of Computing in Education* (AACE 2005). Klasifikasi ini sangat relevan dalam menunjukkan ketersediaan informasi dengan tingkat akurasi yang dihasilkan dalam melakukan estimasi pada tiap-tiap level yang diharapkan. Berikut adalah tabel klasifikasi estimasinya.

Tabel 2.2 Klasifikasi Estimasi

Perkiraan Kelas	Karakteristik Primer	Karakteristik Sekunder			
	Gambaran Level Proyek (ketersediaan informasi)	Hasil Akhir (Kesamaan tujuan perkiraan)	Metodologi (Kesamaan metode perkiraan)	Jangkauan akurasi yang di harapkan	Jenis Upaya terhadap indek biaya)
Kelas 5	0% - 2%	Penyaringan konsep	model parametrik, penilaian atau analogi	L-20% - 50% H +30% - 100%	1
Kelas 4	1% - 10%	Studi atau kelayakan	faktor peralatan dan model parametrik	L-15% - 30% H +20% - 50%	2 - 4
Kelas 3	10% - 40%	Anggaran, Otorisasi atau Kontrol	Rincian unit biaya semi detail	L-10% - 50% H +10% - 30%	3 -10
Kelas 2	30%-70%	kontrol atau tender penawaran	Rincian unit biaya dengan detail yang dipaksakan	L-5% - 15% H +5% - 20%	4 -20
Kelas 1	50%-100%	periksa perkiraan / tender penawaran	Rincian unit biaya dengan detail	L-3% - 10% H +3% - 150%	5 - 100

Sumber : *Association for the Advancement of Computing in Education (AACCE 2005)*

Kelas 5 hanya memiliki informasi yang sangat sedikit yaitu antara 0-2% informasi secara keseluruhan. Pada level ini estimasi digunakan untuk magnitude estimates, capacity factored estimates, atau parametric estimates.

Kelas 4 adalah estimasi yang dilakukan untuk uji kelayakan proyek. Estimasi ini juga hanya memiliki sedikit informasi, tipikalnya 1-15%. Tahap ini merupakan estimasi biaya tahap awal yang berupa hitungan kasar dan biasanya dilakukan pada saat sebelum proses adanya desain.

Kelas 3 biasanya dibuat untuk perhitungan budget, authorization, atau untuk estimasi kontrol. Level informasi yang dapat diperoleh biasanya sekitar 10-40%.

Kelas 2 digunakan untuk tujuan cost control atau untuk urusan pelelangan dan penawaran tender. Informasi yang tersedia pada kelas ini biasanya 30-70%. Estimasi ini dapat dikategorikan estimasi detail dengan unit cost detail.

Kelas 1 memiliki informasi paling lengkap biasanya 50-100% dari informasi yang dibutuhkan. Informasi tersebut diperoleh termasuk dari gambar teknik lengkap dan spesifikasi. Terkadang dengan tambahan lokasi dan kerangka waktu. Level akurasi untuk estimasi tahap ini ialah -3 sampai -10% dan +3 sampai +15%.

2.2.1.5 Prakiraan Biaya Tahap Awal

Aktivitas utama dalam tahap ini ialah mengembangkan estimasi untuk menentukan kelayakan suatu proyek, menganalisa biaya alternatif desain, serta pemilihan desain optimal untuk sebuah proyek. Estimasi biaya tahap Awal dapat didefinisikan sebagai perkiraan biaya proyek yang dilakukan sebelum sejumlah informasi yang signifikan terkumpul dari detail desain, dengan lingkup pekerjaan yang masih belum lengkap.

2.2.1.6 Tingkatan Estimasi Biaya Tahap Awal

Estimasi biaya tahap Awal terdiri dari beberapa tingkatan, yang biasanya bergantung pada perkembangan di proses perencanaan awal suatu proyek. Masing-masing estimasi tersebut biasanya terkait dengan perkembangan pada desain, yang merupakan bahan analisa suatu estimasi.

Tingkatan estimasi tahap awal adalah:

a. Estimasi *Preliminary*

Tahap awal dilakukan pada awal perencanaan berdasarkan pengalaman dan intuisi perencana, sehingga ketelitian estimasi ini hanya mencapai $\pm 20\%$.

b. Estimasi Skematik

Tahapan dimana proses perencanaan sudah mencapai 30%. Pada tahapan ini estimasi sudah mencapai finishing dasar. Estimasi dilakukan berdasarkan keperluan dari kegunaan bangunan industri, misalnya jumlah lantai atau ruangan yang dibutuhkan dalam bangunan pabrik namun belum detail. Jadi tingkat ketelitian masih berkisar $\pm 15\%$.

c. Estimasi *Design Development*

Pada tahap estimasi ini dimana proses perencanaan sudah mencapai 60% dan perencanaan sudah lengkap beserta detail-detail yang ada, sehingga waktu yang diperlukan untuk melakukan estimasi pada tahap ini lebih banyak daripada tahap skematik. Estimasi pada tahap ini dilakukan berdasarkan semua detail yang ada sehingga tingkat ketelitiannya sudah mencapai $\pm 10\%$

2.2.1.7 Karakteristik Estimasi Biaya Tahap Awal

Berikut beberapa karakteristik dari estimasi biaya proyek tahap awal:

a. Bersifat Tidak Pasti

Dalam tahap ini desain, budgeting, maupun aspek proyek lainnya belum mencapai fiksasi sehingga dapat semerta-merta berubah. Oleh sebab itu, seringkali pada tahap ini, di mana ide-ide desain ditampung dan latar belakang finansial diperjelas, terdapat banyak alternatif desain maupun pembiayaan. Hal itulah yang membuat urgensi estimasi biaya tahap Awal meningkat karena harus dilakukan analisa untuk masing-masing alternatif.

b. Krusial

Estimasi yang dihasilkan dapat bernilai terlalu rendah dari biaya sebenarnya dan mengecoh owner untuk tetap menjalankan proyek dan menimbulkan masalah di depannya, atau malah bernilai terlalu tinggi dari biaya aslinya dan menghentikan royek yang akan berjalan padahal sebenarnya proyek sangat *viable*.

c. Sumbernya Terbatas

Estimasi tahap Awal dilakukan dengan dasar informasi yang sangat terbatas. Owner mungkin sudah memiliki visi jelas mengenai akomodasi, fungsi, dan standar kualitas dari konstruksi, namun masih jauh untuk mencapai detail hingga volume beton ataupun mortar yang akan digunakan.

2.2.1.8 Proses Estimasi Biaya Konstruksi Tahap Awal

Secara umum proses ini dilakukan secara iteratif hingga memperoleh hasil yang maksimal. Preliminary budget di peroleh setelah mendapat keputusan dari pihak manajemen apabila estimasi biaya awal telah disetujui. Tingkat akurasi dari estimasi yang dihasilkan sangat bergantung dari kualitas dan kuantitas informasi yang diperoleh di lapangan. Berikut alur proses estimasi biaya tahap awal. Apabila informasi yang diterima tidak relevan akan menghasilkan estimasi yang tidak sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu perlu adanya pelaporan yang tepat atas ketersediaan informasi ke pihak manajemen sehingga dapat di ambil keputusan yang tepat.



Gambar 2.1 Alur Proses Estimasi Biaya Tahap Awal

Sumber: *Phabounjong K, 2002*

2.2.1.9 Kualitas Estimasi Biaya pada Tahap Awal

Kualitas estimasi biaya tahap awal bergantung pada aspek-aspek seperti:

- a. Kualitas Lingkup Proyek
- b. Kualitas Informasi
- c. Tingkat Ketidakpastian
- d. Performa Estimator
- e. Proses Estimasi

2.2.1.10 Dasar Perhitungan Estimasi Biaya pada Tahap Awal

Pada tahap Awal, karena informasi yang tersedia sangat minim, maka pada umumnya digunakan estimasi prediktif dengan korporasi data masa lalu. Metode yang tepat untuk mengutilisasi jenis estimasi tersebut ialah parametrik dan permodelan biaya. Pada teknik parametrik, data-data historis digunakan untuk mengembangkan hubungan-hubungan biaya berdasarkan analisis statistik. Estimasi parametrik memprediksi siklus biaya suatu sistem, menggunakan model matematik yang terdiri dari sejumlah parameter dan berdasarkan proyek historis. Dalam teknik estimasi biaya proyek konstruksi, variabel terikat merupakan biaya/nilai kontrak dan dua atau lebih variabel bebas seperti ukuran, lokasi, kapasitas, dan sebagainya yang berpengaruh terhadap biaya proyek tersebut.

Menurut *Parametric Estimating Handbook*. (2008), estimasi parametrik dapat dilakukan dengan pendekatan hubungan secara umum:

2.3 Hubungan Linear

$$\text{Cost} = a + bX + cX^2 + \dots \quad (2.1)$$

2.4 Hubungan Logaritmik

$$\text{Log}(\text{Cost}) = a + b \log X + c \log^2 X + \dots \quad (2.2)$$

c. Hubungan Eksponensial

$$\text{Cost} = a + bX_1^C + dX_2^E + \dots \quad (2.3)$$

Dimana:

a, b, c, d, dan e konstan dan

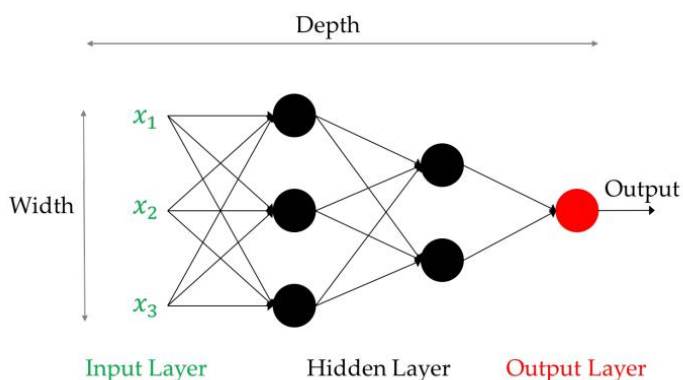
$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots$ merupakan karakteristik/variabel komponen yang mempengaruhi biaya

2.2.2 *Artificial Neural Network (ANN)*

2.2.2.1 Sejarah Neural Network.

Perkembangan ilmu *Neural Network* sudah ada sejak tahun 1943 ketika Warren McCulloch dan Walter Pitts memperkenalkan perhitungan model neural network yang pertama kalinya. Mereka mencoba untuk memformulasikan model matematis sel-sel otak. Metode yang dikembangkan berdasarkan sistem saraf biologi ini, merupakan suatu langkah maju dalam industri komputer. Metode ini banyak digunakan untuk mengklasifikasikan, memetakan, mengoptimasi, dan memprediksi suatu pola dengan meniru cara kerja neuron di otak.

Metode *Artificial Neural Network (ANN)* ini cukup luas, dan erat kaitannya dengan disiplin ilmu yang lainnya (Derwin Suhartono, 2012)., *Artificial neural network (ANN)*, atau umumnya hanya disebut jaringan saraf tiruan, adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan sistem kerja saraf manusia. Metode ini merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut. Oleh karena sifatnya yang adaptif, *Neural Network* juga sering disebut dengan jaringan adaptif. Secara sederhana, *Neural Network* dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola pada data. Menurut suatu teorema yang disebut "teorema penaksiran universal", *Neural Network* dengan minimal sebuah lapis tersembunyi dengan fungsi aktivasi non-linear dapat memodelkan seluruh fungsi terukur apapun dari suatu dimensi ke dimensi lainnya.



Gambar 2.2 Diagram Skema Neural Network.

Sumber: Jan Wira Gotama Putra (2020)

2.2.2.2 Konsep Neural Network

Algoritma *Neural Network* memetakan data masukan pada layer masukan menuju target pada layer keluaran melalui neuron-neuron pada layer tersembunyi. Pada layer tersembunyi, data masukan yang telah dihubungkan dengan bobot tersebut kemudian diproses menggunakan fungsi aktivasi. Selanjutnya data hasil olahan dari layer tersembunyi dihubungkan oleh bobot-bobot tersembunyi menuju neuron pada layer keluaran. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan data target sehingga diperoleh tingkat kesalahan (error). Apabila tingkat kesalahan yang diperoleh lebih kecil daripada tingkat kesalahan yang sebelumnya telah ditetapkan (target error), maka proses perambatan akan berhenti. Namun apabila tingkat kesalahan masih lebih besar daripada tingkat kesalahan tetapan maka dilakukan proses perambatan balik dengan melakukan pembaharuan bobot (back propagation)

Perancangan algoritma jaringan syaraf tiruan, umumnya dibagi menjadi dua proses utama yaitu pelatihan dan pengujian. Sebelum kedua proses itu dilakukan, perlu dipersiapkan pembagian data untuk data latih dan data uji terlebih dahulu. Proses pelatihan dilakukan menggunakan sekumpulan data latih yang memuat parameter ciri/ feature yang digunakan untuk membedakan antara objek satu dengan objek lainnya (pengenalan pola). Data latih tersebut dirambatkan maju menuju target latih melalui arsitektur jaringan syaraf tiruan yang sebelumnya telah didesain.