

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang sudah ada dan berhubungan dengan penelitian yang berjudul “*Warning System Model Untuk Mendeteksi Stabilitas Pada Kapal Penumpang*” adalah:

1. Kiryanto (2010) dalam tugas akhirnya yang berjudul “analisa teknis stabilitas dan olah gerak kapal patrol *speed boat* “*Grasss Carp*” di perairan rawa pening jawa tengah” mengemukakan bahwa: Dalam menghitung stabilitas suatu kapal kita harus membuat variasi muatan (penumpang dan barang) pada beberapa kondisi muatan (*loadcase*) sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisinya. *Loadcase* ditinjau pada 7 (tujuh) kondisi yang merepresentasikan *load condition* pada saat kapal beroperasi di perairan. Sedangkan persyaratan stabilitas mengacu pada *standard requirements* diatas, yang telah ditetapkan oleh IMO. Dalam menghitung stabilitas suatu kapal kita harus membuat variasi muatan penumpang pada beberapa kondisi sehingga diketahui stabilitasnya dalam setiap kondisi apapun [4].
2. Dian Hermawan (2014) dalam skripsinya yang berjudul “Sistem Kendali Keseimbangan Muatan Kapal Ferry Menggunakan *Flood Status Detector* Berbasis Mikrokontroller ATmega8535 Menggunakan Bahasa C” mengemukakan bahwa: Kapal dapat menampung beban maksimal sampai 800 gram saja, sedangkan berat kapal keseluruhan 1400 gram, jadi persentase untuk beban yang diberikan terhadap muatan adalah $800/1400 *100 = 58\%$ dari berat kapal. Kemiringan kapal maksimal sebesar 15 derajat, jadi jika lebih dari derajat kemiringan kapal yang ditentukan, maka kapal tidak dapat menerima masukan berupa beban. Penulis menyarankan untuk

mengoperasikan komputer jika ingin menampilkan *output* di LCD sesuai yang diinginkan [5].

3. Azhar Aulia Saputra(2013) dalam PKM nya yang berjudul “*system* monitoring dan *system* penyeimbang berat muatan kapal ferry sebagai antisipasi kecelakaan” mengemukakan bahwa: Perangkat Kontrol ini dapat menyeimbangkan kapal *prototype* dengan skala error kondisi stabil 0,5% serta menampilkan kondisi kemiringan kapal dapat ditampilkan di perangkat Android dan untuk mencapai hasil yang maksimal kondisi alat harus sejajar dengan permukaan kapal. Untuk peletakan berat yang tidak beraturan dibutuhkan waktu sekitar 15 detik tergantung dari kemampuan balast untuk mengambil air dan tingkat kemiringan nya Data pada monitor android stabil pada range pembacaan dengan radius 20 meter [6].
4. Herman Saputra (2012) dalam skripsi yang berjudul “Analisa stabilitas dan kekuatan transversal kapal penumpang 94 pax penyeberangan muara angke ke pulau tidung” mengemukakan bahwa: metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan metode deskriptif numeric dimana perancangan kapal menggunakan software Maxsurf. Adapun data yang dikumpulkan adalah data primer diperoleh dari gambar lines plan perancangan kapal pelat datar. Pada penelitian ini kekuatan transversal pada kapal pelat datar dengan perhitungan metode elemen dengan menggunakan bantuan software CATIA. Stabilitas statis kondisi kapal diukur dengan menghitung nilai lengan penegak yang terbentuk pada kurva. Nilai lengan penegak gz yang terbentuk pada kurva GZ berbanding terbalik dengan nilai KG [7].

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Kapal Penumpang

Kapal adalah bangunan terapung yang dapat mengangkut penumpang dan barang di perairan laut dan memiliki sifat bergerak dan berpindah Wakidjo (1972). Kapal biasanya cukup besar untuk membawa perahu kecil seperti sekoci. Sedangkan dalam istilah Inggris, dipisahkan antara ship yang lebih besar dan boat yang lebih kecil Kapal penumpang adalah kapal yang digunakan untuk angkutan penumpang, kendaraan bermotor, serta kendaraan roda empat yang bermuatan besar. Secara kebiasaannya kapal dapat membawa perahu tetapi perahu tidak dapat membawa kapal. Ukuran sebenarnya di mana sebuah perahu disebut kapal selalu ditetapkan oleh undang-undang dan peraturan atau kebiasaan setempat.

Berabad-abad kapal digunakan oleh manusia untuk mengarungi sungai atau lautan yang diawali oleh penemuan perahu. Biasanya manusia pada masa lampau menggunakan kano, rakit ataupun perahu, semakin besar kebutuhan akan daya muat maka dibuatlah perahu atau rakit yang berukuran lebih besar yang dinamakan kapal. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan kapal pada masa lampau menggunakan kayu, bambu ataupun batang-batang papirus seperti yang digunakan bangsa mesir kuno kemudian digunakan bahan bahan logam seperti besi/baja karena kebutuhan manusia akan kapal yang kuat. Untuk penggeraknya manusia pada awalnya menggunakan dayung kemudian angin dengan bantuan layar, mesin uap setelah muncul revolusi Industri dan mesin diesel serta Nuklir. Beberapa penelitian memunculkan kapal bermesin yang berjalan mengambang di atas air seperti *Hovercraft* dan *Eakroplane*. Serta kapal yang digunakan di dasar lautan yakni kapal selam.

Untuk meningkatkan efisiensi atau melayani keperluan yang lebih luas kapal penumpang dapat berupa kapal Ro-Ro, ataupun untuk perjalanan pendek terjadwal dalam bentuk kafal feri. Di Indonesia perusahaan yang mengoperasikan

kapal laut adalah PT. Pelayaran Nasional Indonesia yang dikenal sebagai PELNI, sedang kapal Ro-Ro penumpang dan kendaraan dioperasikan oleh PT ASDP, PT Dharma Lautan Utama, PT Jembatan Madura dan berbagai perusahaan pelayaran lainnya (Wikipedia,2009) [8].

2.2.1.1 Tujuan Perancangan Kapal

Menurut Lavanha (1996) tujuan utama untuk pembuatan kapal ialah untuk memuaskan pemilik kapal (*Design For Satisfaction*). Pemecahan ini dapat dibagi lagi dalam lima aspek yaitu:

1. Design for use

Hasil rancangan mudah digunakan oleh pengguna.

2. Design For production

Hasil rancangan memungkinkan dan mudah untuk dibangun.

3. Design For Availability

Hasil rancangan memikirkan ketersediaan material dan suku cadang.

4. Design For support

Hasil rancangan memiliki nilai untuk mendukung di keadaan masyarakat.

5. Design For Modernization

Hasil rancangan memiliki inovasi baru dalam perkembangan jenis rancangan.

2.2.1.2 Aspek-aspek dalam perancangan kapal

Dalam teori desain dikenal prinsip *follow from function*, yaitu bentuk desain mengikuti fungsi. Selain memenuhi fungsi, ada empat aspek desain dalam perancangan kapal yang harus dipenuhi jika suatu produk desain dianggap berhasil yaitu:

- 1) Aspek keamanan
- 2) Aspek keindahan

- 3) Aspek kenyamanan
- 4) Aspek filosofi

Menurut Sachari (2002) kedua aspek yang pertama sudah diatur dan diukur dalam hukum dan peraturan kemaritiman, yaitu *safety of life at sea* (SOLAS) dan peraturan-peraturan biro klasifikasi. Sedangkan di indonesia dua aspek lainnya yaitu aspek estetika dan aspek filosofi sudah mulai dilupakan. Hal ini seringkali menuai kritik, karena Indonesia merupakan negeri yang kaya akan kebudayaan dan seni yang kuat dimasa lalu

2.2.1.3 *Tahap-tahap perancangan kapal*

Perancangan kapal biasanya dikepalai oleh satu orang *naval architect* yang membawahi beberapa orang dalam sepesialisasi berbeda dalam satu team yang dinamakan “*desain labour*” perancangan kapal dibagi dalam beberapa tahapan yaitu:

- 1) Pengumpulan Data
- 2) Konseptual Design
- 3) Praperancangan
- 4) *Preliminary Design*
- 5) *Building Design*

A. *Pengumpulan Data*

Pengumpulan Data merupakan tahapan awal dalam melakukan perancangan sebuah kapal. Dalam ilmu arsitektur data ini disebut Preseden. Preseden adalah rancangan yang dibuat terlebih dahulu dan dapat dipakai sebagai contoh. Preseden yang dirujuk ialah data dari kapal sejenis yang telah ada dan approved data oleh biro klasifikasi. Data-data yang biasa dibutuhkan dalam merancang sebuah kapal penumpang adalah:

- a. Dimensi kapal yang mencakup panjang kapal kesluruhan, lebar kapal, dan tinggi sarat kapal.
- b. Tangki bahan bakar dan air bersih
- c. Daya penggerak kapal
- d. Jumlah penumpang
- e. Kecepatan kapal
- f. Daya muat kapal
- g. Gambar rancangan
- h. Dan lain-lain

B. Konseptual design

Konsep desain adalah fase awal proses desain yang membahas gagasan desain yang jauh cakupannya. Gagasan tersebut merupakan yang masuk akal mengesampingkan kendala teknis dan situasi langsung untuk menghasilkan pilihan baru setelahnya. Konsep desain merupakan suatu rujukan awal dari suatu produk. konsep desain dapat dilakukan dengan model sketsa virtual atau model nyata skala kecil dari rancangan yang dibuat. Komponen yang termasuk konsep design antara lain:

- a. Konsep dimensi-dimensi kapal
- b. Konsep membuat lambung kapal
- c. Konsep dimensi membuat suasana didalam dan diluar kapal
- d. Gambar susunan dek 3 dimensi

C. Praperancangan

Praperancangan adalah perhitungan desain secara teori bangunan kapal untuk menentukan dan melakukan pengecekan terhadap ukuran utama kapal untuk memenuhi *design condition* atau rasio-rasio yang berkaitan dengan

kemampuan kapal dalam hal kapasitas muat, keselamatan, kecepatan, dan olah gerak kapal.

2.2.1.4 Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya yang menahan kapal ketika melaju dengan kecepatan dinasnya. Gaya hambat ini harus dilawan oleh gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin kapal agar tercapai kecepatan yang dikehendaki. Hambatan total kapal dapat dibagi atas beberapa komponen, antara lain yaitu:

A. Hambatan Gesek

Hambatan gesek ini terjadi karena adanya suatu volume air yang melekat pada badan kapal yang terbentuk pada permukaan bagian yang terendam dari badan kapal yang sedang bergerak, dikenal sebagai lapisan batas (*boundary layer*). Di dalam daerah lapisan batas tersebut, kecepatan gerak dari pada partikel-partikel zat cair bervariasi dari nol pada permukaan kulit kapal menjadi maksimum yaitu sama dengan besarnya kecepatan aliran zat cair pada tepi dari lapisan batas tersebut.

B. Hambatan Gelombang

Kapal yang bergerak dalam air akan mengalami hambatan sehingga menyebabkan terbentuknya suatu system gelombang. Sistem gelombang ini terbentuk akibat terjadinya variasi tekanan air terhadap lambung kapal pada saat kapal bergerak dengan kecepatan tertentu. Ada tiga jenis gelombang yang biasanya akan terbentuk pada saat kapal bergerak yaitu gelombang haluan, gelombang melintang pada sisi lambung dan gelombang buritan. Energi yang dibutuhkan untuk membentuk *system* gelombang ini diperoleh dari gerakan kapal ini sendiri.

C. Hambatan Tambahan

Hambatan ini terjadi karena adanya penonjolan daripada alat-alat bantu pada lambung kapal seperti kemudi, lunas sayap, *zinc anode*, bentuk buritan, dll. Besarnya hambatan ini dapat mencapai sepuluh persen dari hambatan total yang dialami.

D. Hambatan Udara

Hambatan ini terjadi pada badan kapal yang berada di atas permukaan air. Seperti halnya pada badan kapal yang berada di bawah garis air, maka hambatan udara juga terbagi dua menjadi hambatan gesek dan hambatan bentuk. Kecuali dalam cuaca buruk maka hambatan udara yang dialami kapal hanya berkisar 2% - 4% dari hambatan total.

E. Hambatan Sisa

Hambatan sisa merupakan gabungan dari hambatan gelombang, hambatan bentuk, hambatan udara dan juga hambatan tambahan. Sehingga dalam berbagai metode perhitungan hambatan total dikenal dua buah komponen hambatan yaitu hambatan gesek dan hambatan sisa.

Dalam melakukan perancangan suatu kapal, salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah besarnya daya penggerak kapal rancangan tersebut. Untuk melakukan perhitungan daya penggerak tersebut, terlebih dahulu perancang harus mengkalkulasikan besarnya hambatan total yang akan diperoleh kapal tersebut dalam melakukan kegiatan operasionalnya [9].

(Sumber:<http://www.maritimeworld.web.id/2011/05/hambatan-dan-propulsikan-kapal.html>

2.2.1.5 *Stabilitas Kapal*

Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar (Rubianto, 1996). Sama dengan pendapat Wakidjo (1972), bahwa stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal miring, karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal,

kebocoran karena kandas.

- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai.

Oleh karena itu maka stabilitas erat hubungannya dengan bentuk kapal, muatan, *draft*, dan ukuran dari nilai GM. Posisi M (*Metasentrum*) hampir tetap sesuai dengan style kapal, pusat buoyancy B (*Bouyancy*) digerakkan oleh draft sedangkan pusat gravitasi bervariasi posisinya tergantung pada muatan. Sedangkan titik M (*Metasentrum*) adalah tergantung dari bentuk kapal, hubungannya dengan bentuk kapal yaitu lebar dan tinggi kapal, bila lebar kapal melebar maka posisi M (*Metasentrum*) bertambah tinggi dan akan menambah pengaruh terhadap stabilitas. Kaitannya dengan bentuk dan ukuran, maka dalam menghitung stabilitas kapal sangat tergantung dari beberapa ukuran pokok yang berkaitan dengan dimensi pokok kapal.

Ukuran-ukuran pokok yang menjadi dasar dari pengukuran kapal adalah panjang (*length*), lebar (*breadth*), tinggi (*depth*) serta sarat (*draft*). Sedangkan untuk panjang di dalam pengukuran kapal dikenal beberapa istilah seperti LOA (*Length Over All*), LBP (*Length Between Perpendicular*) dan LWL (*Length Water Line*). Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal yaitu :

- 1) Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- 2) *Operating Load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar.
- 3) Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.

Dilihat dari sifatnya, stabilitas atau keseimbangan kapal dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu stabilitas statis dan stabilitas dinamis. Stabilitas Statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur. Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami miring kedalam arah melintang yang disebabkan oleh

adanya pengaruh luar yang bekerja padanya, sedangkan stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami miring kedalam arah yang membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya.

Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut kemiringan kecil (0° - 15°) dan sudut kemiringan besar ($>15^\circ$). Akan tetapi untuk stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya hingga 15° dan pada pembahasan stabilitas melintang saja. Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal-kapal yang sedang oleng. Pada umumnya kapal hanya mengalami kemiringan ringan saja. Jadi kemiringan yang besar, misalnya melebihi 20° bukanlah hal yang biasa dialami. Kemiringan besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan umpamanya badai atau oleng besar ataupun gaya dari dalam antara lain GM yang negative.

Dalam teori stabilitas dikenal juga istilah stabilitas awal yaitu stabilitas kapal pada kemiringan kecil (antara 00 - 15). Stabilitas awal ditentukan oleh 3 buah titik yaitu titik berat (*Center of gravity*) atau biasa disebut titik G, titik apung (*Center of buoyance*) atau titik B dan titik meta sentris (*Meta centris*) atau titik M [5].

a. Macam-Macam Keadaan Stabilitas

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu stabilitas Positif (*stable equilibrium*), stabilitas netral (*neutral equilibrium*) dan stabilitas negatif (*Unstable equilibrium*).

1) Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu miring, mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

2) Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu mengalami kemiringan. Dengan kata lain bila kapal miring tidak

ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut miring yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

3) Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu mengalami kemiringan tidak memiliki kemampuan untuk tegak kembali, bahkan sudut kemiringannya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus/*Heeling moment* sehingga kapal akan bertambah miring.

b. Titik-Titik Penting Dalam Stabilitas

Menurut Hind (1967), titik-titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik berat (G), titik apung (B) dan titik M.

1) Titik Berat (*Centre of Gravity*)

Titik berat (*center of gravity*) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G nya.

Secara definisi titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya – gaya yang bekerja kebawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung daripada pembagian berat dikapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk.

2) Titik Apung (*Centre of Buoyance*)

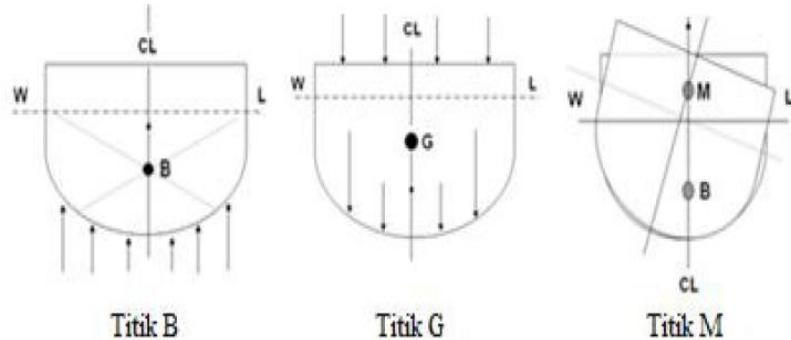
Titik apung (*center of buoyance*) diikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan

tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan syarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami miring. Letak titik B tergantung dari besarnya kemiringan kapal (bila kemiringan berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal miring titik B akan berpindah kesisi yang rendah.

3) Titik Metasentris

Titik metasentris atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut kemiringan.

Apabila kapal mengalami kemiringan pada sudut kecil (tidak lebih dari 15°), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (*centre of line*) dan pada sudut miring yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap.



Gambar 2.1 Titik penting dalam Stabilitas Kapal

Keterangan :

K = lunas (*keel*)

B = titik apung (*buoyancy*)

G = titik berat (*gravity*)

M = titik metasentris (*metacentris*)

D = sarat (*draft*)

D = dalam kapal (*depth*)

CL = *CentreLine*

WL = *Water Line*

c. Dimensi pokok dalam stabilitas kapal:

1) KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus :

$KM = KB + BM$

Diperoleh dari diagram metasentris atau *hydrostatical curve* bagi setiap syarat (*draft*) saat itu.

2) KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau miringnya kapal, nilai KB dapat dicari :

Untuk kapal tipe plat *bottom*, KB = 0,50 d

Untuk kapal tipe V *bottom*, KB = 0,67 d

Untuk kapal tipe U *bottom*, KB = 0,53 d

Dimana d = *draft* kapal

Dari diagram metasentris atau lengkung hidrostatis, dimana nilai KB dapat dicari pada setiap sarat kapal saat itu (Wakidjo, 1972).

3) BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (10° - 15°). Lebih lanjut dijelaskan :

$BM = b^2 / 10d$, dimana: b = lebar kapal (m)

d = draft kapal (m)

4) KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

KG total = $M \cdot W$

M = Jumlah momen (ton)

W = jumlah perkalian titik berat dengan bobot benda (m ton)

5) GM (Tinggi Metasentris)

Tinggi metasentris atau *metacentric high* (GM) yaitu jarak tegak antara titik G dan titik M. Dari rumus disebutkan:

$$GM = KM - KG$$

$$GM = (KB + BM) - KG$$

Nilai GM inilah yang menunjukkan keadaan stabilitas awal kapal atau keadaan stabilitas kapal selama pelayaran nanti.

6) Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi. Pada waktu kapal miring, maka titik B pindak ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Bila dari titik G ditarik garis tegak lurus ke B1M maka berhimpit dengan sebuah titik Z. Garis GZ inilah yang disebut dengan lengan penegak (*righting arms*). Seberapa besar kemampuan kapal tersebut untuk menegak kembali

diperlukan momen penegak (*righting moment*). Pada waktu kapal dalam keadaan miring maka displasemennya tidak berubah, yang berubah hanyalah faktor dari momen penegaknya. Jadi artinya nilai GZ nyalah yang berubah karena nilai momen penegak sebanding dengan besar kecilnya nilai GZ, sehingga GZ dapat dipergunakan untuk menandai besar kecilnya stabilitas kapal. Untuk menghitung nilai GZ sebagai berikut :

$$\text{Sin} = \text{GZ} / \text{GM}$$

$$\text{GZ} = \text{GM} \times \text{sinus}?$$

$$\text{Moment penegak} = \text{W} \times \text{GZ}$$

7) Periode Oleng (*Rolling Period*)

Periode oleng dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas. Periode oleng berkaitan dengan tinggi metasentrik. Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali tegak kembali. Wakidjo (1972), menggambarkan hubungan antara tinggi metasentrik (GM) dengan periode oleng adalah dengan rumus :

$$T = 0,75 \sqrt{GM}$$

$$T = \text{periode oleng dalam detik}$$

$$B = \text{lebar kapal dalam meter}$$

Yang dimaksud dengan periode guncang disini adalah periode oleng alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal air yang tenang.

8) Pengaruh Permukaan Bebas (*Free Surface Effect*)

Permukaan bebas terjadi di dalam kapal bila terdapat suatu permukaan cairan yang bergerak dengan bebas, bila kapal guncang di laut dan cairan di dalam tangki bergerak-gerak akibatnya titik berat cairan tadi tidak lagi berada di tempatnya semula. Titik G dari cairan tadi kini berada di atas cairan tadi, gejala ini disebut dengan kenaikan semu titik berat, dengan demikian perlu adanya koreksi terhadap nilai GM yang kita perhitungkan dari kenaikan semu titik berat cairan tadi pada saat kapal mengoleng sehingga diperoleh nilai GM yang efektif.

Perhitungan untuk koreksi permukaan bebas dapat mempergunakan rumus:
 $gg1 = r \cdot x l \cdot b^3$

$12 \times 35 \times W$

dimana,

$gg1$ = pergeseran tegak titik G ke G1

r = berat jenis di dalam tanki dibagi berat jenis cairan diluar kapal

l = panjang tangki

b = lebar tangki

W = displasemen kapal [9].

2.2.1.6 Kekuatan Kapal

Kekuatan kapal sangat berpengaruh dengan kemampuan struktur kapal untuk menerima dan menerima berbagai beban yang diterimanya. Hal ini menjadi suatu hal yang sangat penting dalam mendesain kapal. Selama perancangan kapal seorang *naval architect* harus dapat memahami dan menganalisa jenis kapal yang akan dibangun. Penyesuaian ini juga berkaitan dengan keselamatan awak kapal, kapal dan muatan yang dibawanya. Ada beberapa cara untuk menggolongkan beban yang direncanakan sanggup ditahan oleh bagian konstruksi sebuah kapal. Beberapa beban-beban terpenting adalah beban dinamis dalam arti bahwa bekerjanya beban tersebut berubah bersamaan dengan perubahan waktu, misalnya beban-beban gelombang. Tetapi beban gelombang ini frekuensinya adalah rendah sekali jika dibandingkan dengan frekuensi asli (*natural frequenci*) dari bagian kontruksi, hingga biasanya beban tersebut dapat diperhitungkan sebagai beban statis.

Pengecualian terjadi pada laut yang amat bergelombang dan kecepatan yang tinggi, dalam keadaan mana haluan kapal mungkin timbul dan terjun lagi dengan keras, mengakibatkan beban sesaat yang besar dan getaran transien yang

hebat. Beban lain bersifat statis murni misalnya berat badan kapal dan muatan yang diangkut dalam pelayarannya serta gaya tekan air keatas yang bekerja pada kapal diair tenang.

Berikut diberikan contoh daftar beban-beban penting yang bekerja pada kapal yang dikumpulkan menjadi tiga kelompok utama; statis, quasi statis, dan dinamis :

A. Beban statis.

- 1) Gaya tekan air keatas.
- 2) Berat bagian kontruksi kapal.
- 3) Berat muatan dan barang barang lain di dalam kapal.
- 4) Reaksi tumpuan pada waktu kapal kandas atau di dok.

B. Beban quasi statis.

- 1) Gaya tekan ombak.
- 2) Gaya-gaya tekan dinamis karena gerakan kapal.
- 3) Gaya inersia = massa kapal dan muatannya x percepatan.
- 4) Gaya tarik tali tunda, gaya dorong baling-baling.
- 5) Gaya akibat gerakan muatan cair dalam tangki-tangki.

C. Beban dinamis.

- 1) Beban sesaat karena "*slamming*"
- 2) Damparan ombak pada dinding-dinding bangunan atas atau haluan yang melebar.
- 3) Beban berat air yang naik ke geladak.
- 4) Benturan dengan kapal lain, kapal tunda atau dermaga.

Dalam banyak hal, perhitungan kekuatan bagian konstruksi kapal didasarkan seluruhnya pada beban statis, seolah-oleh kapal terapung diam diair tenang. Bahkan banyak biro klasifikasi mendasarkan peraturannya pada perhitungan untuk kapal diair tenang semacam itu dengan tambahan yang ditentukan sebarang untuk beban-beban di laut bergelombang, atau meminta perhitungan momen lengkung kapal diatas gelombang tetapi dalam keadaan diam. Cara-cara diatas biasanya

dimaksudkan sebagai patokan atau syarat minimum dan biasanya terbukti cukup untuk menghindarkan kerusakan kerusakan berat akibat kurang kuatnya konstruksi.

Dari tahun ke tahun besar kapal, ukuran-ukuran bagiannya dan macam sistem kontruksi pembangunannya, berkembang perlahan-lahan berdasarkan pengalaman-pengalaman sebelumnya. Untuk kapal-kapal yang mempunyai kelainan besar, perencana harus dapat memperhitungkan beban yang akan diterima kapalnya setepat mungkin, untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan [9].

2.2.2 Android

Android adalah sistem operasi berbasis *Linux* yang dirancang untuk perangkat bergerak layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari *Google*, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya *Open Handset Alliance*, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel Android pertama mulai dijual pada bulan Oktober 2008. Antarmuka pengguna Android umumnya berupa manipulasi langsung, menggunakan gerakan sentuh yang serupa dengan tindakan nyata, misalnya menggeser, mengetuk, dan mencubit untuk memanipulasi objek di layar, serta papan ketik *virtual* untuk menulis teks dengan menggunakan operating system android versi 1.0. Selain perangkat layar sentuh, Google juga telah mengembangkan Android TV untuk televisi, *Android Auto* untuk mobil, dan *Android Wear* untuk jam tangan, masing-masingnya memiliki antarmuka pengguna yang berbeda. Selain itu, Android memiliki sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi (apps) yang memperluas fungsionalitas perangkat, umumnya ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman *Java* [11].

2.2.3 Mikrokontroler

Peranan sebuah inti utama dalam media elektronik diibaratkan sebagai otak dalam suatu tubuh. Seperti halnya otak, mikrokontroler berperan untuk mengatur segala jenis aktivitas dalam skala khusus disuatu alat yang menggunakan mikrokontroler sebagai inti. Mikrokontroler merupakan sebuah perangkat elektronik yang bersifat sebagai inti dan di dalamnya sudah tersedia CPU, RAM, ROM, I/O, *Clock*, dan peralatan *internal* lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisir dengan baik. Berbeda dengan PC yang dirancang untuk kegunaan umum (*general purpose*), mikrokontroller dirancang untuk kegunaan khusus (*special purpose*) yaitu mengontrol sistem tertentu.

Dalam Winoto (2011) dijelaskan sebuah mikrokontroler umumnya memiliki fitur sebagai berikut:

- 1) *Central processing unit* mulai dari *processor 4-bit* yang sederhana hingga kinerja tinggi 64-bit.
- 2) *Input/output* antarmuka jaringan seperti *serial port* (UART).
- 3) Antarmuka komunikasi serial lain seperti IC, *serial peripheral interface and controller area network* untuk sambungan sistem.
- 4) *Peripheral* seperti *timer* dan *watchdog*.
- 5) Ram untuk penyimpanan data.
- 6) Ram, eprom, eeprom, atau *flash memory* untuk menyimpan program di komputer.
- 7) Pembangkit *clock* biasanya berupa resonator rangkaian RC.
- 8) Pengubah *analog* ke *digital*.

Cara kerja dari suatu mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Hal ini menjadikan mikrokontroller menjadi suatu alat elektronika yang mempunyai I/O serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus secara khusus. Pengaplikasian mikrokontroler dalam kehidupan sehari-hari dapat dijumpai pada peralatan rumah tangga (*microwave oven*, *TV*, *stereo set*), computer dan

perlengkapannya, mobil, dan sebagainya. Mikrokontroller biasanya digunakan untuk peralatan yang tidak terlalu membutuhkan kecepatan pemrosesan yang tinggi. Mikrokontroler tersedia dalam berbagai ragam antara *4-bit* hingga *64-bit*. Disamping itu terdapat pula mikrokontroler dengan kemampuan serial, penanganan *keyboard*, pemrosesan sinyal, pemrosesan video, dsb.

Dalam *Gridling* dan *Weiss* (2007) dijelaskan bahwa mikrokontroller adalah sebuah *processor* dengan memori dan banyak komponen lainnya yang diintegrasikan pada satu *chip*. Bagian-bagian pada mikrokontroller tersebut diantaranya:

a. *Inti processor*

Tempat utama dari proses yang akan dijalankan oleh mikrokontroller tersebut.

b. *Memori*

Dibagi menjadi program memori dan data memori.

c. *Timer/Counter*

Penggunaan *timer/counter* berfungsi untuk menyesuaikan interval pada proses yang dijalankan oleh mikrokontroller tersebut. Contoh penggunaannya pada *safe breaking* (ABS) pada sepeda motor.

d. *Digital I/O*

Digital I/O pada mikrokontroller adalah berupa pin-pin yang jumlahnya bervariasi mulai dari 3 hingga >90 pin pada seitan chipnya.

e. *Analog I/O*

Pada I/O jenis analog *channels* yang digunakan berkisar dari 2 hingga 16 dengan resolusi 8-12 *bits*. Beberapa mikrokontroller umumnya mempunyai digital/analog *converter* [12].

2.2.4 Komponen Alat

Pada Pembuatan Warning System Model Untuk Mendeteksi Stabilitas Pada Kapal Penumpang kali ini menggunakan beberapa komponen alat diantaranya:

2.2.4.1 Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 . Arduino UNO mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan power supply.

“*Uno*” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari *board* Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino. Berikut rincian dari board Arduino UNO :

Tabel 2.1 Rincian board Arduino UNO

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7 – 12V
Batas tegangan input	6 – 20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6

Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori flash	32 KB, sekitar 0.5 KB digunakan bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 Hz

a. Daya (Power)

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis.

Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau *battery*. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah *center-positive plug* y 2.1 mm ke power jack dari *board*. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan dalam header/kepala pin Ground (Gnd) dan pin Vin dari konektor POWER.

Board Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt. Pin-pin dayanya adalah sebagai berikut:

- 1) VIN. Tegangan input ke Arduino *board* ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal atau jika penyuplaiannya tegangan melalui *power jack*, aksesnya melalui pin ini.
- 2) 5V. Pin output ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada *board*. *Board* dapat disuplai dengan salah satu

- suplai dari DC *power jack* (7-12V), USB connector (5V), atau pin VIN dari board (7-12).
- 3) 3V3. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada *board*. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
 - 4) GND. Pin *ground*.

b. Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis (RW/read and written) dengan EEPROM *library*).

c. Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up 20-50 kOhm. Beberapa pin dengan fungsi-fungsi spesial:

- 1) Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL.
- 2) *External Interrupts*: 2 dan 3. Pin-pin ini dapat dikonfigurasikan untuk dipicu sebuah *interrupt* (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi *attach Interrupt()* untuk lebih jelasnya.
- 3) PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM *output* dengan fungsi *analog write()*.

- 4) SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan SPI *library*.
- 5) LED: 13. Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH LED menyala, ketika pin bernilai LOW LED mati.
- 6) 6 pin input analog, diberi label A0 sampai A5, Secara *default*, 6 input analog tersebut mengukur dari *ground* sampai tegangan 5 Volt
- 7) TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *wire library*
- 8) AREF. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan *analog reference()*.
- 9) Reset. Membawa saluran ini LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblock sesuatu pada board.

d. Komunikasi

Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega328 pada channel *board* serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah *port virtual* ke *software* pada komputer atau disebut *serial monitor*. ATmega328 menggunakan *driver* USB versi CH340 - COM , pada Windows, sebuah *file* inf pasti dibutuhkan. *Software* Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari *board* Arduino. LED RX dan TX pada *board* akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah *Software Serial library* memungkinkan untuk komunikasi serial pada beberapa pin digital UNO. Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan (SPI).

Software Arduino mencakup sebuah *Wire library* untuk memudahkan menggunakan bus I2C, Untuk komunikasi SPI, gunakan SPI library.

1) Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan software Arduino IDE. Pilih “Arduino Uno dari menu *Tools* > *Board* (termasuk mikrokontroler pada board). ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. ATmega328 berkomunikasi menggunakan protokol STK500.

2) Proteksi Arus lebih USB

Arduino UNO mempunyai sebuah sebuah sekring *reset* yang memproteksi *port* USB komputer dari hubungan pendek dan arus lebih. Walaupun sebagian besar komputer menyediakan proteksi internal sendiri, sekring menyediakan sebuah proteksi tambahan. Jika lebih dari 500 mA diterima port USB, sekring secara otomatis akan memutuskan koneksi sampai hubungan pendek atau kelebihan beban hilang [13].

2.2.4.2 *Bluetooth Hc05*

HC-05 Adalah sebuah modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless* (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke Bluetooth. HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz.

Modul ini dapat digunakan sebagai *slave* maupun *master*. HC-05 memiliki 2 mode konfigurasi, yaitu AT mode dan *Communication mode*. AT mode berfungsi untuk melakukan pengaturan konfigurasi dari HC-05. Sedangkan *Communication mode* berfungsi untuk melakukan komunikasi bluetooth dengan piranti lain. Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa

menggunakan driver khusus. Untuk berkomunikasi antar Bluetooth, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

- 1) Komunikasi harus antara master dan slave.
- 2) *Password* harus benar (saat melakukan *pairing*).

Jarak sinyal dari HC-05 adalah 30 meter, dengan kondisi tanpa halangan. Adapun spesifikasi dari HC-05 adalah:

Hardware

- 1) Sensitivitas-80dBm(Typical)
- 2) Daya transmit RF sampai dengan + 4dBm.
- 3) Operasi daya rendah 1,8 V – 3,6 V I/O.
- 4) Kontrol PIO.
- 5) Antarmuka UART dengan baud rate yang dapat diprogram.
- 6) Dengan antena terintegrasi.

Software

- 1) Default baudrate 9600, Data bit : 8, Stop bit = 1, Parity : No Parity, baudrate : 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 dan 460800.
- 2) Auto koneksi pada saat device dinyalakan (default).
- 3) Auto reconnect pada menit ke 30 ketika hubungan putus karena range koneksi [14].

2.2.4.3 Sensor Loadcell

Load Cell merupakan komponen utama pada sistem timbangan digital. Bahkan tingkat ke-akurasian suatu timbangan digital tergantung dari jenis dan tipe Load Cell yang dipakai. Load Cell adalah alat electromekanik yang biasa disebut *Transducer*, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan

antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga menungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau *Strain Gauge*.

Load cell terdiri dari beberapa tipe, diantaranya adalah *Load Cell Double Ended Beam*, *Load Cell Single Ended Beam*, *Load Cell S Beam*, *Load Cell single Point*, *Load Cell type Canister*, dsb. *Load Cell* yang paling sederhana adalah *load cell* yang terdiri dari *Bending beam* dan *strain gauge*. Selama proses penimbangan, beban yang diberikan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini (positif dan negatif) di conversikan kedalam sinyal listrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *spring element*. Semua alat ukur yang dipakai dalam proses produksi, pelayanan masyarakat dan dunia industri lainnya memerlukan kalibrasi. Artinya, jika hasil pengukuran tidak berkaitan langsung dengan mutu produk, maka alat ukur tersebut tidak wajib dikalibrasi. Kalibrasi digunakan untuk menyamakan tegangan *load cell* dibandingkan dengan batu standar yang dibaca di indikator timbangan sehingga meneunjukan hasil pengukuran yang presisi [15].

2.2.4.4 Modul Hx711

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan komputer/mikrokontroller melalui TTL232. Dan juga sebagai *analog to digital convertor (ADC)*, *Input multiplexer* tersedia dua channel, *Channel A* dan *Channel B differential* input dengan *lownoise programmable gain amplifier (PGA)* [16].

2.2.4.5 Led (*light emitting diode*)

Led adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. Led merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini Led (Light Emitting Diode) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu *tube* [17].

2.2.4.6 Lcd (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan [18].

2.2.4.7 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) [19].

2.2.4.8 Sensor Gyroscope

Gyroscope atau *Gyro* adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil. *gyroscope* dahulu sering digunakan pada robot atau heli dan alat-alat canggih lainnya namun sekarang perangkat smartphone pun tak mau kalah dan mulai menggunakannya. *Gyroscope* adalah untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu [20].

(Sumber:<http://www.andromin.com/2015/04/fungsi-accelerometer-gyroscope-pada-android.html>)

2.2.4.9 Power Bank

Pengisi baterai *portable* (*Power Bank*) adalah sebuah peranti yang digunakan untuk memasukkan energi listrik kedalam baterai yang bisa diisi ulang tanpa harus menghubungkan peranti tersebut pada outlet listrik. Pengisi

baterai ini disebut portabel karena berbeda dengan pengisi baterai yang harus dihubungkan pada outlet listrik, pengisi portabel dapat digunakan tanpa harus menghubungkan pada perangkat listrik. Namun pengisi baterai portabel ini memiliki daya tampung energi listrik sehingga ketika daya tersebut telah habis terpakai, energi listrik harus kembali diisi kembali dengan cara menhubungkan kabel dengan outlet listrik. Pengisi baterai portabel ini tidak hanya bisa untuk mengisi ulang baterai handphone, tetapi juga dapat mengisi ulang baterai pada perangkat lain seperti iPod, iPad, mp3 player, tablet, dan perangkat lainnya. Cara menggunakan pengisi baterai portabel adalah dengan menghubungkan kabel konektor perangkat dengan pengisi baterai portabel. Kabel konektor yang menghubungkan perangkat dengan pengisi baterai portabel pada satu ujung kabel pengisi baterai portabel seperti penghubung usb yang dicolokkan pada pengisi baterai portabel dan ujung yang lain berbentuk sesuai dengan tempat pengisi perangkat yang disesuaikan.

a. Kapasitas daya pengisi baterai portable

Kapasitas daya pengisi baterai portabel yang ada sangat bermacam-macam. Kapasitas daya pengisi baterai portabel ditunjukkan dengan satuan mAh. Dimulai dari 1000 mAh, 1500 mAh, 2700 mAh, 4000 mAh, 5200 mAh, 6000 mAh, 8000 mAh, 9000 mAh, 12000 mAh, bahkan ada yang hingga 18000 mAh. Pengisi baterai portabel juga memiliki tegangan output. Tegangan output standar yang dimiliki oleh pengisi baterai portabel adalah 5V. Namun sebagian besar pengisi baterai portabel yang ada memiliki tegangan output kurang dari 5V. Ada cara yang digunakan untuk memperkirakan daya pengisi baterai portabel yang sesuai dengan daya perangkat yang dipunya sehingga tidak terjadi kesalahan dalam memilih pengisi baterai portabel. Misal, pengisi baterai portabel memiliki kapasitas daya 5200 mAh dengan tegangan output 3,7V. Kapasitas efektif dari pengisi baterai portabel ini adalah: $5200 \times (3,7/5) = 3848$ mAh. Namun, dengan adanya kemungkinan bahwa perangkat baterai portabel ini

kehilangan daya yang dipunya sebanyak 15% atau kehilangan daya sebesar 577,2 mAh, maka kapasitas efektif murni yang dimiliki oleh pengisi baterai portabel adalah: $3848 - 577,2 = 3270,8$ mAh

b. Cara Kerja pengisi baterai portable

Cara kerja pengisi baterai portabel ini tidak beda jauh dengan cara kerja baterai eksternal pada umumnya. Pengisi baterai portabel harus diisi arus listrik terlebih dahulu dengan mencolokkan kabel dengan outlet listrik, kemudian barulah pengisi baterai portabel dapat digunakan. Untuk mengetahui apakah daya pengisi baterai portabel sudah habis atau belum bisa diketahui dengan lampu indikator yang ada pada pengisi baterai portabel. Lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi arus listrik pada pengisi baterai portabel bermacam-macam, tergantung kapasitas daya pengisi baterai portabel tersebut. Semakin besar daya pengisi baterai portabel, maka akan semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk mengisi arus listrik pengisi baterai portabel. Sama seperti waktu yang dibutuhkan oleh pengisi baterai portabel, lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi suatu perangkat tergantung dari kapasitas daya yang dimiliki oleh suatu perangkat tersebut.

c. Hal-Hal yang perlu diperhatikan Pada Power Bank

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pengisi baterai portabel, yaitu:

1) Mengetahui Kebutuhan Tegangan Output Perangkat

Pengisi baterai portabel yang dipilih harus memiliki tegangan output yang sama atau lebih besar daripada perangkat yang dimiliki. Kalau salah memilih, pengisi baterai portabel bukannya dapat mengisi baterai perangkat malah justru akan menyedot daya perangkat sampai habis.

Cara mengetahui daya pengisi baterai portabel adalah dengan melihat spesifikasi tekniknya.

2) Ukuran dan Berat Pengisi Baterai Portabel

Ukuran baterai berbanding lurus dengan kapasitas baterai. Jadi, semakin besar ukuran baterai, maka semakin besar pula kapasitas daya yang terdapat pada baterai suatu perangkat. Hal ini sama seperti pengisi baterai portabel, semakin besar kapasitas daya, semakin besar ukuran pengisi baterai portabel tersebut.

3) Fitur Pengisi Baterai Portabel yang Disediakan

Fitur yang disediakan oleh pengisi baterai portabel adalah seperti jumlah port output USB untuk mengisi baterai, besaran arus yang keluar dari port USB, dan jumlah konektor yang disediakan dari pengisi baterai portabel. Besarnya arus yang keluar dari output port USB akan memudahkan untuk memperkirakan back up power yang dibutuhkan untuk suatu perangkat. Jumlah port yang lebih dari satu akan memudahkan seseorang untuk mengisi baterai lebih dari satu perangkat.

4) Safety Protection

Safety protection pada pengisi baterai portabel sangat penting untuk diperhatikan, karena kalau tidak diperhatikan dengan baik maka akan menimbulkan akibat yang fatal. Karena jika suatu pengisi baterai portabel tidak memiliki safety protection, maka besar kemungkinan untuk pengisi baterai portabel tersebut untuk meledak.

5) Model, Desain, dan Warna Pengisi Baterai Portabel

Pilihan model, desain, dan warna ini sangat subjektif tergantung selera dari masing-masing orang. Model dan desain pengisi baterai portabel juga ada

yang besar dan ada yang kecil, tergantung kebutuhan dan selera setiap orang dalam memilih.

6) Konektor

Banyak pengisi baterai portabel yang menyediakan berbagai jenis konektor. Perlu diperhatikan apakah konektor tersebut dapat membuat perangkat menjadi cepat rusak atau memperpendek umur perangkat tersebut. Sehingga, lebih disarankan untuk menggunakan kabel data bawaan yang disediakan dari perangkat itu sendiri karena lebih aman dan lebih daya output yang stabil dibandingkan dengan konektor yang disediakan pengisi baterai portabel.

Sumber: (https://id.wikipedia.org/wiki/Pengisi_baterai_portabel)

2.2.5 SDLC (System Development Life Cycle)

SDLC (Systems Development Life Cycle, Siklus Hidup Pengembangan Sistem) atau *Systems Life Cycle (Siklus Hidup Sistem)*, dalam rekayasa sistem dan rekayasa perangkat lunak, adalah proses pembuatan dan pengubahan sistem serta model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan sistem-sistem tersebut. Konsep ini umumnya merujuk pada sistem komputer atau informasi. SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahap-tahap: rencana(planning), analisis (analysis), desain (design), implementasi (implementation), uji coba (testing) dan pengelolaan (maintenance). Dalam rekayasa perangkat lunak, konsep SDLC mendasari berbagai jenis metodologi pengembangan perangkat lunak. Metodologi-metodologi ini membentuk suatu kerangka kerja untuk perencanaan dan pengendalian pembuatan sistem informasi, yaitu proses pengembangan perangkat lunak. Terdapat 3 jenis metode siklus hidup sistem yang paling banyak digunakan, yakni: siklus hidup menggunakan prototyping (life cycle using prototyping), siklus hidup sistem tradisional (traditional system life cycle), dan siklus hidup sistem orientasi objek (object-oriented system life cycle). (Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. 2006)

2.2.5.1 Siklus Hidup Menggunakan Prototyping

Prototype merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang banyak digunakan. Dengan metode *prototyping* ini pengembang dan pelanggan dapat saling berinteraksi selama proses pembuatan sistem. Sering terjadi seorang pelanggan hanya mendefinisikan secara umum apa yang dikehendakinya tanpa menyebutkan secara detail *output* apa saja yang dibutuhkan, pemrosesan dan data-data apa saja yang dibutuhkan. Sebaliknya disisi pengembang kurang memperhatikan efisiensi algoritma,kemampuan sistem operasi dan *interface* yang menghubungkan manusia dan komputer. Untuk mengatasi ketidakserasan antara pelanggan dan pengembang , maka harus dibutuhkan kerjasama yang baik diantara keduanya sehingga pengembang akan mengetahui dengan benar apa yang diinginkan pelanggan dengan tidak mengesampingkan segi-segi teknis dan pelanggan akan mengetahui proses-proses dalam menyelesaikan system yang diinginkan. Dengan demikian akan menghasilkan sistem sesuai dengan jadwal waktu penyelesaian yang telah ditentukan. Kunci agar model prototype ini berhasil dengan baik adalah dengan mendefinisikan aturan-aturan main pada saat awal, yaitu pelanggan dan pengembang harus setuju bahwa *prototype* dibangun untuk mendefinisikan kebutuhan. *Prototype* akan dihilangkan sebagian atau seluruhnya dan perangkat lunak aktual direkayasa dengan kualitas dan implementasi yang sudah ditentukan. Berikut adalah beberapa tahapan dalam Prototyping yaitu:

1.Pengumpulan kebutuhan

Pelanggan dan pengembang bersama-sama mendefinisikan format seluruh perangkat lunak, mengidentifikasi semua kebutuhan, dan garis besar sistem yang akan dibuat.

2.Membangun *Prototyping*

Membangun *prototyping* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian kepada pelanggan (misalnya dengan membuat *input* dan format *output*).

3. Evaluasi *Prototyping*

Evaluasi ini dilakukan oleh pelanggan apakah *prototyping* yang sudah dibangun sudah sesuai dengan keinginan pelanggan atau belum. Jika sudah sesuai maka langkah 4 akan diambil. Jika tidak *prototyping* direvisi dengan mengulangi langkah 1, 2, dan 3.

4. Mengkodekan system.

Dalam tahap ini *prototyping* yang sudah di sepakati diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang sesuai.

5. Pengujian Sistem.

Setelah sistem sudah menjadi suatu perangkat lunak yang siap pakai, harus di tes dahulu sebelum digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan *White Box*, *Black Box*, *Basis Path*, pengujian arsitektur dan lain-lain

6. Evaluasi Sistem. Pelanggan mengevaluasi apakah sistem yang sudah jadi sudah sesuai dengan yang diharapkan. Jika ya, langkah 7 dilakukan; jika tidak, ulangi langkah 4 dan 5.

7. Menggunakan system.

Perangkat lunak yang telah diuji dan diterima pelanggan siap untuk digunakan.

2.2.5.2 Siklus hidup sistem tradisional

Sistem siklus hidup adalah metode tertua untuk membangun sistem informasi dan masih digunakan saat ini untuk proyek-proyek sistem yang kompleks menengah atau besar. Metodologi siklus hidup adalah pendekatan yang sangat formal untuk membangun sebuah sistem, membagi pengembangan sistem ke tahap formal yang harus berlangsung secara berurutan. Semua kegiatan di setiap tahap harus diselesaikan sebelum tahap berikutnya dapat dimulai. Metodologi sistem siklus hidup juga mempertahankan sebuah divisi yang sangat formal kerja antara pengguna akhir dan spesialis sistem informasi. spesialis teknis seperti sistem analis dan programmer bertanggung jawab untuk banyak analisis sistem, desain dan pelaksanaan pekerjaan; pengguna akhir dibatasi untuk menyediakan kebutuhan informasi dan meninjau pekerjaan staf teknis. siklus hidup

menekankan spesifikasi formal dan dokumen begitu banyak dokumen yang dihasilkan selama proyek sistem.

2.2.5.3 *Siklus hidup sistem orientasi objek*

Metodologi ini meminta analis untuk menentukan apa objek dari sistem ini adalah, bagaimana mereka berperilaku dari waktu ke waktu atau dalam menanggapi peristiwa, dan apa tanggung jawab dan hubungan obyek harus objek lain. analisis berorientasi objek memiliki analis melihat semua objek dalam sistem, perbedaan, dan bagaimana sistem perlu memanipulasi objek. Untuk ini, pertama sistem yang akan dikembangkan diamati dan dianalisis dan persyaratan didefinisikan seperti dalam metode lain pengembangan sistem. Setelah ini dilakukan, benda-benda di sistem yang diperlukan diidentifikasi. Misalnya dalam kasus Sistem Perbankan, pelanggan adalah obyek, buku cek adalah obyek, dan bahkan account adalah obyek. Dalam istilah sederhana, Modeling Object didasarkan pada identifikasi objek dalam sistem dan antar hubungan mereka. Setelah ini dilakukan, coding sistem dilakukan. Modeling objek agak mirip dengan pendekatan tradisional dari perancangan sistem, dalam hal itu juga mengikuti proses sekuensial sistem merancang tetapi dengan pendekatan yang berbeda [21].

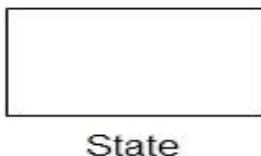
2.3 Diagram STD (*State Transition Diagram*)

State Transition Diagram (STD) adalah model dari tingkah laku sistem yang didasarkan pada definisi satu bagian dari keadaan sistem. Keadaan atau *state* adalah suatu model tingkah laku yang ditemukan.

Menurut Pohan (1997, p.59) STD (*State Transition Diagram*) menunjukkan suatu diagram yang mempresentasikan langkah-langkah perubahan keadaan (*State*), dari awal hingga akhir dengan memperlihatkan adanya ketergantungan terhadap waktu. Komponen yang digunakan dalam STD, yaitu:

1. Keadaan (*state*)

Merupakan Kumpulan atribut yang menggambarkan suatu kondisi pada suatu saat. Keadaan Dapat berarti menunggu sesuatu dari lingkungan luar atau menunggu aktivitas yang sedang berlangsung berubah menjadi aktivitas lainnya



Gambar 2.2 simbol state pada diagram STD

2. Panah (Arrow)

Panah digunakan Untuk menghubungkan perubahan dari suatu keadaan, panah awal digunakan untuk menyatakan suatu keadaan awal, sedangkan kondisi akhir digambarkan dengan panah yang menuju suatu keadaan akhir dari suatu diagram atau aksi. Hal yang terpenting dalam STD, yaitu suatu kondisi penyebab perubahan keadaan dan aksi yang harus dilakukan ketika akan timbul keadaan [22].



Gambar 2.3 simbol panah pada diagram STD

2.4 Penelitian

Penelitian dilakukan oleh orang-orang yang sedang mengamati atau meneliti sebuah peristiwa untuk mendapatkan informasi. Metode penelitian ini berfungsi sebagai pengamat, proses, cara, serta prosedur untuk mendapatkan sebuah karya ilmiah yang bermanfaat. Terdapat dua jenis penelitian yaitu Penelitian Kualitatif dan Penelitian Kuantitatif yang merupakan sifatnya ilmiah.

2.4.1 Penelitian Kualitatif

Penelitian kualitatif adalah penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis . Proses dan makna (perspektif subjek) lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif. Landasan teori dimanfaatkan sebagai pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta di lapangan. Selain itu landasan teori juga bermanfaat untuk memberikan gambaran umum tentang latar penelitian dan sebagai bahan pembahasan hasil penelitian. Terdapat

perbedaan mendasar antara peran landasan teori dalam penelitian kuantitatif dengan penelitian kualitatif. Dalam penelitian kuantitatif, penelitian berangkat dari teori menuju data, dan berakhir pada penerimaan atau penolakan terhadap teori yang digunakan; sedangkan dalam penelitian kualitatif peneliti bertolak dari data, memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjelas, dan berakhir dengan suatu “teori”.

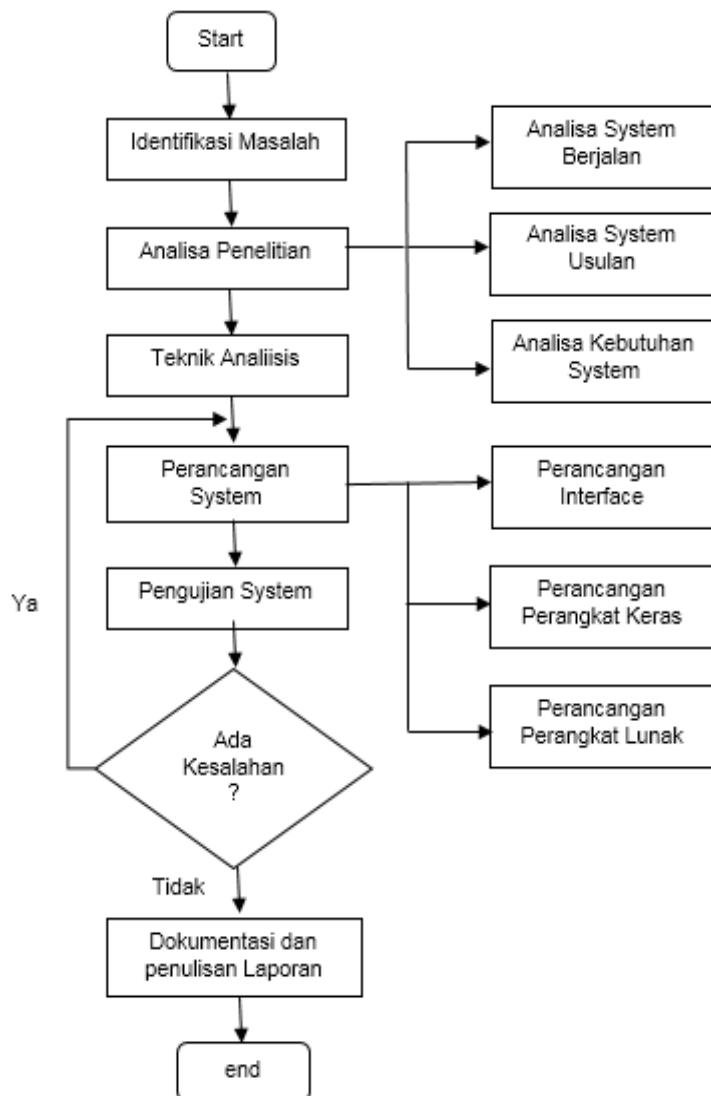
Penelitian kualitatif jauh lebih subjektif daripada penelitian atau survei kuantitatif dan menggunakan metode sangat berbeda dari mengumpulkan informasi, terutama individu, dalam menggunakan wawancara secara mendalam dan grup fokus. Sifat dari jenis penelitian ini adalah penelitian dan penjelajahan terbuka berakhir dilakukan dalam jumlah relatif kelompok kecil yang diwawancarai secara mendalam [20].

2.4.2 Penelitian Kuantitatif

Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam. Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif. Penelitian kuantitatif banyak dipergunakan baik dalam ilmu-ilmu alam maupun ilmu-ilmu sosial, dari fisika dan biologi hingga sosiologi dan jurnalisme.

Pendekatan ini juga digunakan sebagai cara untuk meneliti berbagai aspek dari pendidikan. Istilah penelitian kuantitatif sering dipergunakan dalam ilmu-ilmu sosial untuk membedakannya dengan penelitian kualitatif. Penelitian kuantitatif adalah definisi, pengukuran data kuantitatif dan statistik objektif melalui perhitungan ilmiah berasal dari sampel orang-orang atau penduduk yang diminta menjawab atas sejumlah pertanyaan tentang survei untuk menentukan frekuensi dan persentase tanggapan mereka [21].

2.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.4 Flowchart Kerangka Pemikiran

Penjelasan dari bagan flowchart

1. Penulis melakukan identifikasi masalah terlebih dahulu berdasarkan kejadian pada latar belakang.
2. Kemudian penulis melakukan analisa penelitian yang terdiri dari analisa system berjalan, analisa system usulan, dan analisa kebutuhan system.

3. Setelah itu penulis melakukan teknik analisis bagaimana analisa penelitian bisa berjalan dengan lancar.
4. Kemudian dilakukan perancangan system yang terdiri dari perancangan interface, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak.
5. Setelah semua perancangan system berjalan dilakukan pengujian system apakah system sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau belum.
6. Jika perancangan system sudah berjalan dengan benar dan tidak ada kesalahan maka dilakukan dokumentasi serta penulisan laporan.
7. Jika ada kesalahan dalam perancangan sistem maka dilakukan perancangan sistem kembali.