

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pengukuran berat badan yang akurat sangat penting dalam praktek klinik. Tidak akuratnya proses ini dapat berpotensi terjadinya kesalahan penentuan dosis obat pada pasien dengan penyakit tertentu (Jabar *et al*, 2018). Banyak kejadian di rumah sakit, pengukuran berat badan pada pasien dengan kondisi tidak dapat bergerak, tidak sadarkan diri, trauma, atau luka bakar secara langsung seringkali tidak akurat dan sangat sulit dilakukan. Hal ini disebabkan oleh kelangkaan alat penimbang pada kondisi tersebut di banyak klinik dan rumah sakit. Oleh karena itu, diperlukan instrumen yang bisa dengan mudah mengukur berat badan pada pasien secara akurat (Darnis *et al*, 2012).

Berdasarkan data Pusat Badan Statistik (BPS), sarana kesehatan yang tersebar di Indonesia sebanyak 13.372 unit meliputi 2.514 Rumah Sakit Umum, 598 Rumah Sakit Khusus, 4.177 Puskesmas Rawat Inap, dan 6.083 Puskesmas Non Rawat Inap. Data tersebut belum termasuk klinik, posyandu, dan sebagainya. Jumlah sarana kesehatan yang tinggi membuat kebutuhan akan pengukur berat badan pasien berkebutuhan khusus juga tinggi.

Dari permasalahan tersebut diusulkan rancangan konseptual alat berupa ranjang pasien dengan timbangan terintegrasi berbasis mikrokontroler yang akan mengukur berat badan pasien berkebutuhan khusus. Ranjang pasien yang akan dirancang diharapkan dapat memecahkan permasalahan pengukuran berat badan

pasien yang tak bisa berdiri. Rancangan ini dinamakan *Smart Hospital Bed*, dalam bahasa asing lebih dikenal dengan sebutan *Bed with Weighing Scale*.

*Smart Hospital Bed* adalah produk yang merupakan hasil rancang bangun yang dilaksanakan di Fakultas Teknik UISU. Ide awalnya merupakan inisiasi dan permintaan dari Dr. dr. Umar Zein DTM&H. Sp.PD. KPTI selaku mantan direktur Rumah Sakit Pirngadi, Medan, mengingat ranjang semacam ini belum ada di Indonesia, khususnya di Sumatera Utara. Ranjang seperti ini penting dan vital untuk dimiliki rumah sakit, Pusat Kesehatan Masyarakat, klinik dan Fakultas Kedokteran serta Sekolah Tinggi Kesehatan.

*Smart Hospital Bed* dirancang mampu menahan beban hingga 200 kg atau setara dengan berat badan orang dewasa yang mengalami kegemukan (obesitas). Alat ini terdiri dari ranjang pasien, sensor berat *Load Cell*, dan *Monitor Scale*. Proses produksi dilaksanakan dengan memanfaatkan fasilitas yang tersedia di laboratorium Fakultas Teknik. *Smart Hospital Bed* merupakan teknologi inovasi karya anak bangsa mahasiswa UISU di bidang mekatronika yang diyakini akan menjadi solusi permasalahan yang dihadapi oleh tenaga kesehatan serta pasien berkebutuhan khusus, dan dapat bersaing dengan alat impor sejenisnya.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Adapun masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara kerja *Smart Hospital Bed*?
2. Bagaimana tingkat ketelitian pengukuran berat badan oleh *Smart Hospital Bed*, jika dibandingkan dengan timbangan digital pada umumnya?

### **1.3. Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang tidak searah sehingga dapat berfokus pada masalah yang dibicarakan diperlukan batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Membahas cara kerja *Smart Hospital Bed*.
2. Komponen pembentuk *Smart Hospital Bed* akan dibahas secara umum.
3. Menguji tingkat ketelitian pengukuran berat badan *Smart Hospital Bed*.

### **1.4. Tujuan**

1. Sebagai solusi atas masalah pengukuran berat badan pasien berkebutuhan khusus di rumah-rumah sakit bahkan klinik.
2. Membangun semangat *technopreneur* di lingkungan kampus.

### **1.5. Manfaat Penulisan**

#### **a. Manfaat Teoretis**

1. Menambah wawasan pembaca tentang teknologi mekatronika, serta
2. Diharapkan sebagai sarana pengembangan ilmu pengetahuan yang secara teoretis dipelajari di bangku perkuliahan.

#### **b. Manfaat Praktis**

1. *Smart Hospital Bed* bermanfaat untuk mempermudah dokter dan tenaga medis mengukur berat badan pasien yang memiliki keterbatasan khusus.
2. Produksi ini akan memanfaatkan tenaga dosen dan mahasiswa di lingkungan Fakultas Teknik UISU.
3. Sebagai inkubator bisnis dalam bidang *technopreneurship*.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kondisi Umum Lingkungan

Sarana kesehatan di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (2022) terdapat sebanyak 13.372 unit meliputi 2.514 Rumah Sakit Umum, 598 Rumah Sakit Khusus, 4.177 Puskesmas Rawat Inap, dan 6.083 Puskesmas Non Rawat Inap. Data tersebut belum termasuk klinik, posyandu, dan sebagainya. Jumlah tersebut meningkat dibandingkan tahun lalu, yaitu sebesar 13.146 unit dan diperkirakan akan terus naik pada tahun-tahun berikutnya, seperti yang terlihat pada tabel 1. Jumlah sarana kesehatan yang semakin tinggi menyebabkan kebutuhan akan alat pengukur berat badan pasien berkebutuhan khusus juga semakin tinggi.

Tabel 1. Jumlah Rumah Sakit Umum, Rumah Sakit Khusus, dan Puskesmas Menurut Provinsi (BPS, 2022)

Provinsi	Jumlah Rumah Sakit Umum, Rumah Sakit Khusus, dan Puskesmas (Unit)							
	Rumah Sakit Umum		Rumah Sakit Khusus		Puskesmas Rawat Inap		Puskesmas non Inap	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
ACEH	64	66	6	6	181	179	178	180
SUMATERA UTARA	195	196	25	26	188	191	420	422
SUMATERA BARAT	49	51	30	30	111	113	165	166
RIAU	59	61	15	15	102	105	129	127
JAMBI	38	38	4	3	88	91	119	116
SUMATERA SELATAN	68	68	18	19	113	114	230	231
BENGKULU	22	24	2	2	52	52	127	127
LAMPUNG	59	60	21	21	140	146	172	167
BANGKA BELITUNG	21	23	4	5	26	26	38	38
KEP. RIAU	30	31	6	7	35	41	53	51
DKI JAKARTA	141	143	51	53	6	6	309	309
JAWA BARAT	309	329	67	62	299	298	784	785
JAWA TENGAH	267	275	43	49	371	371	507	508
DI YOGYAKARTA	60	60	23	24	49	49	72	72
JAWA TIMUR	302	318	90	127	575	589	393	382

Provinsi	Jumlah Rumah Sakit Umum, Rumah Sakit Khusus, dan Puskesmas (Unit)							
	Rumah Sakit Umum		Rumah Sakit Khusus		Puskesmas Rawat Inap		Puskesmas non Inap	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
BANTEN	85	94	34	29	81	78	164	167
BALI	55	66	12	12	41	41	79	79
NTB	34	37	5	6	142	143	32	32
NTT	50	53	3	3	164	177	246	241
KALIMANTAN BARAT	45	45	9	10	129	130	117	117
KALIMANTAN TENGAH	24	27	3	3	86	87	119	118
KALIMANTAN SELATAN	38	41	8	10	52	52	184	185
KALIMANTAN TIMUR	45	47	11	13	98	98	89	89
KALIMANTAN UTARA	11	11	0	0	22	22	33	34
SULAWESI UTARA	43	43	6	11	95	96	100	100
SULAWESI TENGAH	35	35	5	6	104	104	103	108
SULAWESI SELATAN	86	90	28	33	304	309	157	159
SULAWESI TENGGARA	36	37	1	1	91	92	201	201
GORONTALO	15	16	1	1	26	27	67	66
SULAWESI BARAT	11	11	1	2	60	61	36	37
MALUKU	30	32	1	5	64	65	151	152
MALUKU UTARA	20	20	1	2	53	53	94	94
PAPUA BARAT	20	21	0	1	45	45	116	117
PAPUA	46	45	2	1	126	126	302	306
INDONESIA	2.423	2.514	536	598	4.119	4.177	6.086	6.083
<b>TOTAL (2021)</b>	<b>13.372</b>							

## 2.2. Timbangan

Timbangan secara etimologi berasal dari Bahasa Arab, yaitu *mizan* yang berarti neraca pengukur massa benda. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), timbangan ialah alat untuk menimbang (spt neraca, kati), banding, sama berat atau tidak berat sebelah. Berdasarkan pengertian di atas dapat diartikan bahwa timbangan adalah alat penentu apakah satu benda sudah sesuai (banding) beratnya dengan berat yang dijadikan standar (Nisa, 2018). Timbangan mencerminkan keadilan, apalagi hasil penunjuk adil dalam praktik timbangan menyangkut hak manusia.

Timbangan adalah salah satu alat ukur tertua di dunia. Perannya sangatlah penting dalam proses penentuan kuantitas barang untuk keperluan perdagangan, industri, penelitian, kesehatan, lingkungan hidup, dan rumah tangga. Berdasarkan prinsip kerjanya, jenis timbangan dibagi menjadi tiga:

1) Timbangan manual (pegas)

Timbangan manual bekerja secara mekanis dengan sistem pegas. Timbangan ini sering digunakan oleh para pedagang di pasar tradisional untuk mengukur beban seperti ayam, sayur-sayuran dan ikan. Skala pengukuran timbangan pegas tidak besar dan sederhana dalam penggunaannya.



Gambar 2.1. Timbangan Manual  
Sumber: <https://www.rifanfajrin.com/>

2) Timbangan digital

Timbangan digital merupakan piranti elektronik yang difungsikan untuk menimbang muatan. Timbangan digital hadir dalam berbagai ukuran dan warna serta berasal dari bermacam-macam material. Timbangan digital berbeda dengan timbangan manual berdasarkan prinsip teknologi sel muatan di mana sel beban elektronik mengukur bobot benda pada keadaan tertentu. Setelah muatan ditimbang, sel beban elektronik ditransfer ke sinyal digital dan kemudian ditampilkan ke bentuk digital. (Pechler, 2011).



Gambar 2.2. Timbangan Digital  
Sumber: <https://www.rifanfajrin.com/>

### 3) Timbangan hybrid

Timbangan hybrid memiliki cara kerja yang merupakan perpaduan antara timbangan manual dan digital. Timbangan hybrid ini biasanya digunakan untuk lokasi penimbangan yang tidak ada aliran listrik. Timbangan hybrid menggunakan display digital tetapi bagian paltrom menggunakan plat mekanik.



Gambar 2.3. Timbangan Hybrid  
Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-timbangan/>

## 2.3. Load Cell

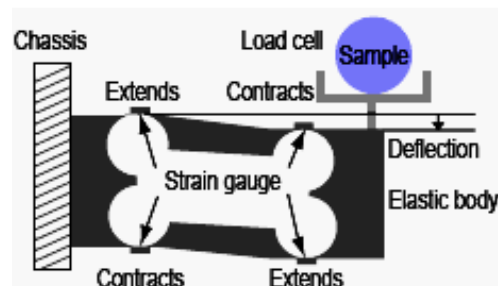
*Load Cell* merupakan komponen inti yang terdapat pada timbangan digital. Secara umum *Load Cell* digunakan untuk menghitung massa dari suatu benda. Sebuah sensor *Load Cell* tersusun dari beberapa konduktor, *strain gauge*, dan Jembatan Wheatstone (Nuryanto, 2015). Prinsip kerja secara singkat dari *Load Cell* adalah terjadinya *shears* atau *stress* dari suatu benda (misalnya logam). *Shears* dan *stress* diwujudkan dalam bentuk perubahan panjang (regangan) permukaan, dan

perubahan ini ditangkap oleh sensor sekunder berupa *strain gauge* (pengukur tegangan) yang akan mengubah perubahan regangan menjadi perubahan resistansi (Mandayatma, 2018).



Gambar 2.4. Sensor Berat Load Cell (Nuryanto, 2015)

Apabila *Load Cell* mendapat beban di satu sisi sementara sisi lain dibuat tetap (*fixed*), maka akan terjadi proses memanjang (*extend*) dan memendek (*contract*) pada tiap bagian, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5.



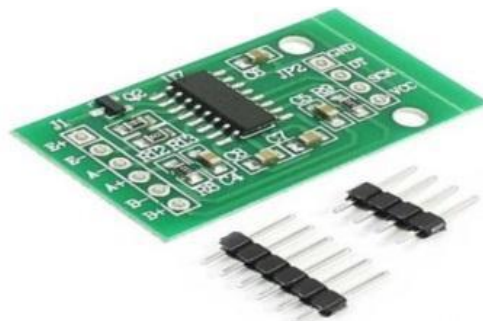
Gambar 2.5. Konstruksi *Load Cell* dan pola deformasi (Mandayatma, 2018)

Selama proses penimbangan, beban yang diberikan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *Load Cell* dan mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini (positif dan negatif) dikonversikan ke dalam sinyal listrik oleh *strain gauge* yang terpasang pada *spring element*, yaitu ditempat yang mengalami pemanjangan dan pemendekan. *Strain gauge* yang dipasang pada bagian *Extend* akan bertambah resistansinya sementara yang dipasang pada bagian *Contract* akan berkurang nilai resistansinya.



## 2.4. Modul HX711

Modul HX711 merupakan modul amplifier yang digunakan dalam rangkaian timbangan pada *Load Cell*. Memiliki presisi tinggi 24 *Analog to Digital Converter (ADC) high gain input* yang didesain untuk berbagai sensor jenis *Bridge*. Dengan dua *channel A* dan *B (fix gain 32)* yang berkomunikasi secara *multiplex*, modul ini dapat diprogram untuk *gain 128* atau *64 (20 mV atau 40 mV)*. Prinsip kerjanya yaitu sebagai penguat tegangan saat *Load Cell* bekerja (Khakim, 2015). HX711 mengkonversi perubahan resistansi yang terukur ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian. Modul melakukan komunikasi dengan komputer/mikrokontroler melalui TTL232.



Gambar 2.6. Sensor HX711 (Khakim, 2015)

Spesifikasi dari *Module amplifier HX711*:

- Perbedaan tegangan input:  $\pm 40$  mV
- Tingkat keakurasian atau resolusi data: 24 Bit
- Frekuensi: 10/80 Hz
- Tegangan kerja input: 2.7 VDC – 5 VDC
- Arus kerja: <10 mA
- Dimensi modul: 24x16mm
- Komunikasi data dengan mikrokontroler: *two wire Interface (Clock and Data)*

## 2.5. Arduino UNO

### 2.5.1. Pengertian Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin *digital input/output*, 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 komputer dengan sebuah kabel USB atau menyuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Adriansyah dan Hidyatama, 2013).



Gambar 2.7. Arduino UNO (Adriansyah dan Hidyatama, 2013)

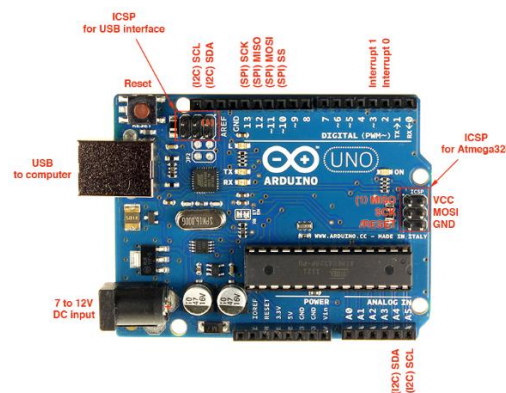
Arduino UNO memiliki fungsi *resettable polyfuse* untuk memproteksi dari *port* USB komputer akibat hubung singkat atau kelebihan arus. Jika arus melebihi 500 mA dari *port* USB maka *fuse* secara otomatis putus koneksi hingga *short* atau *overload* dilepaskan dari *board* ini (Prawoto, 2016). Spesifikasi *board* Arduino UNO adalah sebagai berikut.

- |                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| a. Mikrokontroler                     | : Atmega328 |
| b. Tegangan Operasi                   | : 5 V       |
| c. Tegangan <i>Input</i> (disarankan) | : 7-12 V    |
| d. Batas Tegangan <i>Input</i>        | : 6-20 V    |

- e. Pin Digital I/O dan Analog Input: 14 (6 pin *output*) dan 6
- f. Arus DC per I/O pin : 40 mA
- g. Arus DC untuk pin 3,3 V : 50 mA
- h. *Flash Memory* : 32 KB (0,5 KB digunakan oleh *bootloader*)

### 2.5.2. Konfigurasi Arduino UNO

Arduino UNO ATmega328 mempunyai bagian seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Bagian-bagian pada Arduino UNO.

Sumber: <http://www.labelektronika.com/>

#### 2.5.2.1. Power

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Powernya* diselek secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port *input supply*. *Board Arduino* dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7 V, kadangkala pin 5 V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 Volt. Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut.

a. Pin Vin

Tegangan input ke board Arduino ketika menggunakan tegangan dari luar. Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini.

b. Pin 5 V

Regulasi *power supply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada *board*. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau suplai oleh USB atau suplai regulasi 5V lainnya.

c. Pin 3.3 V

Suplai 3.3 Volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maksimumnya adalah 50 mA.

### **2.5.2.2. Pin Ground**

Pin *Ground* berfungsi sebagai jalur *ground* pada Arduino IOREF. Pin ini menyediakan referensi tegangan agar mikrokontroler beroperasi dengan baik. Memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5 V atau 3,3 V.

### **2.5.2.3. Memory**

ATmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

#### 2.5.2.4. *Input dan Output*

Masing-masing dari 14 pin UNO dapat digunakan sebagai input/output, menggunakan perintah fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()* yang menggunakan tegangan operasi 5 V. Tiap pin menerima arus maksimal hingga 40 mA dan resistor *internal pull-up* antara 20-50 kOhm dengan fungsi khusus, yaitu

a. *Serial*: Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX)

Sebagai penerima (RX) dan pemancar (TX) TTL serial data. Pin ini terkoneksi untuk pin korespondensi chip ATmega8U2 USB-to-TTL Serial.

b. *External Interrupts*: Pin 2 dan Pin 3

Pin ini berfungsi sebagai konfigurasi *trigger* saat *interupsi value low*, naik, dan tepi, atau nilai *value* yang berubah-ubah.

c. *PWM*: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan Pin 11

Melayani *output* 8-bit *PWM* dengan fungsi *analogWrite()*.

d. *SPI*: Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).

Pin yang support komunikasi SPI menggunakan SPI library.

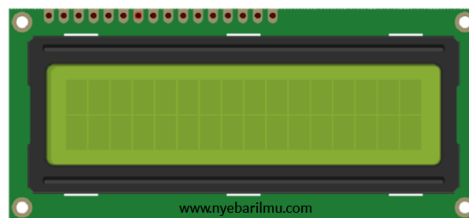
e. *LED*: Pin 13

Terdapat *LED* indikator bawaan (*built-in*) dihubungkan ke *digital* pin 13, ketika nilai *value* HIGH LED akan ON, saat *value* LOW LED akan OFF.

UNO memiliki 6 analog input tertulis di label A0 hingga A5, masing-masing memberikan 10 Bit resolusi (1024). Secara asal input analog tersebut terukur dari 0 (*ground*) sampai 5 V dan memungkinkan perubahan teratas dari jarak yang digunakan oleh pin AREF dengan fungsi *analog Reference()*. (Maulana, 2019).

## 2.6. LCD Sebagai Penampil Karakter

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah papan penampil berupa karakter, tulisan, huruf dan angka berjenis elektronik. Prinsip kerja LCD yaitu menangkap dan memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit (Wahyudi et al., 2017). Sistem yang digunakan dalam komunikasi antara LCD dengan *peripheral* lain adalah dengan sistem transmisi data dalam format ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*).



Gambar 2.9. LCD

Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/>

## 2.7. Tombol Tekan (*Push Button*)

Pada pembuatan alat digunakan tombol tekan tipe NO (*Normally Open*). Tombol digunakan untuk menahan tampilan hasil kalkulasi sensor.

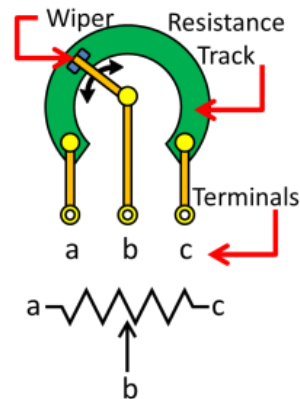


Gambar 2.10. *Push Button*

## 2.8. Potensiometer

Potensiometer adalah jenis Variabel Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah dengan cara memutar porosnya melalui sebuah tuas. Nilai Resistansi potensiometer biasanya tertulis di badan potensiometer dalam bentuk kode angka.

Potensiometer memiliki 3 buah terminal (kaki), seperti tampak pada gambar 2.11. Kaki a dan c merupakan resistor tetap sedangkan kaki b (kaki tengah) memiliki kontak yang dapat bergeser sepanjang hambatan a dan c, sehingga bila kontak digeser maka hambatan a-b dan b-c akan berubah.



Gambar 2.11. Potensiometer

## 2.9. Saklar Pemutus

Saklar pemutus berfungsi untuk memutus arus yang melewati rangkaian. Saat saklar ditekan (tombol mati), sistem akan berhenti menghitung berat badan. Saat saklar dihidupkan, sistem akan mengkalibrasi ulang sebelum dilakukan pengukuran kembali.



Gambar 2.12. Saklar Pemutus

### 2.10. Aki/*Accumulator*

Aki (*Accumulator*) merupakan sebuah komponen yang ditemukan di kendaraan bermotor, seperti mobil atau sepeda motor untuk menghidupkan mesin. Di dalam aki terjadi proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik (Jannah *et al*, 2017). Untuk aki mobil biasanya mempunyai tegangan sebesar 12 volt, sedangkan sepeda motor ada yang bertegangan 6 V, 9 V, dan 12 V. Aki dapat dimuat ulang (*recharge*) apabila muatan di dalamnya berkurang atau habis. Sebelum digunakan harus melalui proses pengisian muatan terlebih dahulu, yakni dengan mengalirkan arus listrik atau biasa disebut proses penyetruman. Proses penyetruman ini dapat dilakukan berulang kali. Di dalam aki terjadi proses elektrokimia yang *reversible* (bolak-balik) dengan efisiensi tinggi. Proses elektrokimia *reversible* merupakan proses berlangsungnya perubahan energi kimia menjadi energi listrik (*discharging*). Sedangkan pada saat dilakukan proses pengisian muatan, terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia (*charging*).

### 2.11. Gaya

Gaya merupakan suatu beban yang memiliki berat atau satuan (Sholeh, 2019). Bangunan yang kita lihat seperti Gedung, jembatan, dan sebagainya bisa berdiri kokoh karena pada dasarnya memiliki keseimbangan gaya antara gaya aksi dan reaksi. Gaya aksi adalah beban yang ada pada bangunan, yaitu atap, lantai, dinding, dan lainnya. Gaya reaksi merupakan kemampuan dari fondasi dan tanah untuk menahan gaya-gaya yang mengenainya. Konsep gaya ini tertuang dalam Hukum Newton III yang menyatakan bahwa benda akan memberikan gaya berlawanan yang besarnya sama dengan gaya yang menekan atau mendorongnya.



$$\sum \mathbf{F}_{aksi} = -\sum \mathbf{F}_{reaksi} \quad (1)$$

*Tanda minus menyatakan arah berlawanan*

Berdasarkan bebannya gaya dibagi menjadi dua:

a. Beban terpusat atau titik (*point load*)

Beban terpusat yaitu gaya yang bekerja pada sebuah bidang atau tumpuan.

Luas bidang yang terpengaruh relatif kecil. Beban ini dinyatakan dalam satuan Newton atau kilogram. Contoh beban pusat yaitu pada kolom, tekanan kaki meja, roda mobil, dan lain-lain.

b. Beban merata (*uniformly distributed load*)

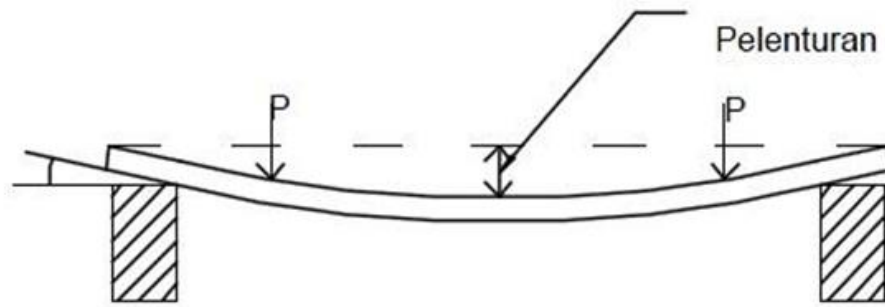
Beban merata merupakan gaya yang bekerja pada suatu struktur atau bidang dengan luas permukaan beban/bidang yang terpengaruh relatif luas. Beban dinyatakan dalam satuan  $\text{N/m}^2$  atau  $\text{N/m}$ . Beban merata mempunyai bentuk yang bervariasi (persegi panjang, segitiga, parabola), misalnya beban pada balok, lantai, pelat, atap dan lainnya.

## 2.12. Tumpuan

Tumpuan diartikan sebagai penyangga atau penahan konstruksi sebagai system untuk menahan gaya-gaya luar yang bekerja pada konstruksi tersebut.

a. Tumpuan bebas

Tumpuan bebas dijumpai pada kedua ujung penyangga yang dapat berputar secara bebas. Pada tumpuan ini tidak terjadi pengikatan pada balok dan penyangganya. Balok yang mendapat gaya akan mengalami pelenturan sehingga ujung balok terjadi putaran sudut. Panjang batang yang mendatar tersebut akan berkurang akibat pelenturan.



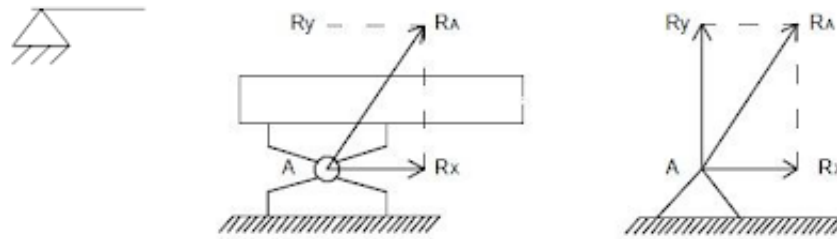
Gambar 2.13. Tumpuan Bebas

Sumber: <https://www.sarastiana.com/2017/01/macam-macam-tumpuan.html>

Apabila beban  $P$  dihilangkan, balok akan kembali ke bentuk semula atau lurus, tetapi kedudukan ujung balok dapat bergeser. Untuk menghindari adanya perpindahan atau pergeseran tumpuan akibat pelenturan, maka kedua ujung batang diberi tumpuan rol dan engsel sehingga pada kedua tumpuan balok dapat bergerak bebas tetapi tidak terjadi penggeseran atau perpindahan tumpuan.

b. Tumpuan engsel atau sendi

Tumpuan engsel merupakan tumpuan yang dapat menahan gaya horizontal ( $R_H$ ) maupun gaya vertikal ( $R_V$ ) yang bekerja padanya dan tidak dapat menerima momen (Fiqih, 2019). Pada tumpuan ini dapat menerima gaya tekan dan tarik asalkan garis kerjanya dapat melalui titik pusat sendi. Tumpuan ini mampu menerima gaya sembarang sehingga gaya-gaya reaksi berupa gaya sembarang yang melalui titik pusat engsel sehingga dapat diuraikan menjadi komponen gaya datar dan tegak.

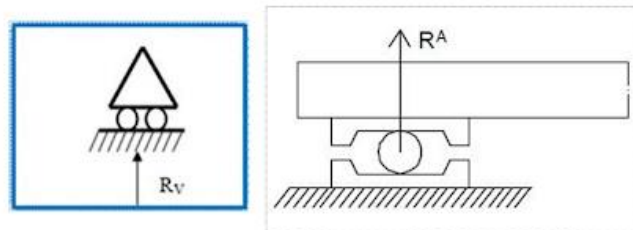


Gambar 2.14. Tumpuan Sendi

Sumber: <https://www.sarastiana.com/2017/01/macam-macam-tumpuan.html>

c. Tumpuan rol

Tumpuan rol hanya dapat menerima gaya tegak lurus dan tidak mampu menahan momen. Dengan demikian tumpuan rol hanya dapat menahan satu gaya reaksi yang tegak lurus  $R_v$  (Miranda *et al*, 2020).

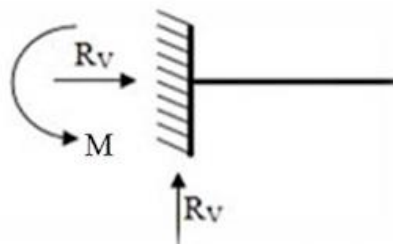


Gambar 2. 15. Tumpuan Rol

Sumber: <https://www.sarastiana.com/2017/01/macam-macam-tumpuan.html>

d. Tumpuan jepit

Jenis tumpuan ini dapat menyalurkan (menahan) baik gaya lintang, normal, dan momen. Contohnya tiang listrik yang ditancapkan mendalam pada tanah keras (Setiyarto, 2020).



Gambar 2.16. Tumpuan Jepit

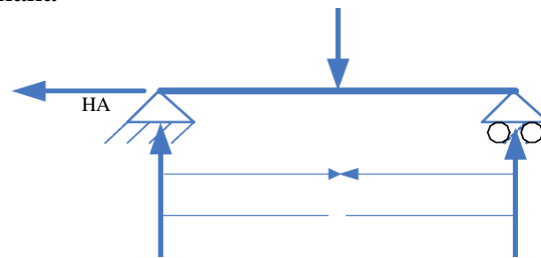
Sumber: <https://www.sarastiana.com/2017/01/macam-macam-tumpuan.html>

### 2.13. Reaksi

Reaksi berarti gaya perlawanan yang diberikan oleh tumpuan akibat adanya aksi berdasarkan Hukum Newton III. Besarnya nilai reaksi sama dengan gaya yang membebaninya.

#### Kasus sederhana

##### 1) Balok Sederhana



Gambar 2.17. Balok Sederhana

Tiga reaksi yang mungkin

$R_{HA}$ : reaksi horizontal A

$R_{VB}$ : reaksi vertikal B

$R_{VA}$ : reaksi vertikal A

Anggap AB sebagai benda bebas

Syarat keseimbangan statis:

$$a) \sum F_X = 0 \rightarrow R_{HA} = 0 \quad (\text{tidak ada aksi})$$

$$b) \sum F_Y = 0 \rightarrow R_{VA} + R_{VB} - F = 0$$

$$c) \sum M_A = 0 \rightarrow F \cdot a - R_{VB} \cdot L = 0$$

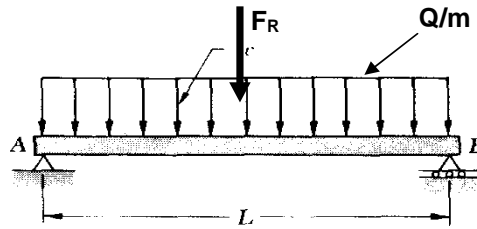
$$R_{VB} = \frac{F \cdot a}{L} \text{ atau } \frac{a}{L} \cdot F \quad (2)$$

$$d) \sum M_B = 0 \rightarrow F \cdot b - R_{VA} \cdot L = 0$$

$$R_{VA} = \frac{b}{L} \cdot F \quad (3)$$

2) Balok sederhana dengan beban merata

Beban terbagi merata memiliki simbol  $Q$  (N/m) dengan rumus total beban  $= Q \times L$  dengan  $L$  panjang beban. Beban terbagi merata dapat diwakili oleh satu beban titik yang posisinya berada ditengah-tengah (titik berat beban), digambarkan oleh  $F_R = Q \times L$



Gambar 2.18. Reaksi Tumpuan Beban Merata

a)  $\sum M_A = 0$

$$R_{VB} = \frac{1}{2} QL = \frac{1}{2} F_R \quad (4)$$

b)  $\sum M_B = 0$

$$R_{VA} = \frac{1}{2} QL = \frac{1}{2} F_R \quad (5)$$

c)  $\sum F_H = 0$

$$R_{HA} = 0 \quad (\text{tidak ada gaya horizontal})$$

## 2.14. Daya Listrik

Daya Listrik (*Electrical Power*) adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik menghasilkan daya listrik dan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut (Zulfikar, 2013). Contohnya adalah lampu pijar dan heater (Pemanas). Lampu pijar menyerap daya listrik dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan Heater mengubah daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai Watt-nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi.

Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt atau Horse Power (HP). *Horse Power* merupakan satuan daya listrik dengan 1 HP sama dengan 746 Watt (Nerindra, 2020). Tiap 1 Watt memiliki daya setara dengan hasil perkalian arus 1 Ampere dengan tegangan 1 Volt.

$$P = V.I \quad (7)$$

Dimana: P = daya listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

R = Resistansi (Ohm)