

BAB II DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Azahra Ramadhanti, Saskia Komala Furi, Rika Novita “**Sistem Monitoring Getaran Pada Bangunan**” Pada penelitian ini merupakan pengujian getaran pada gedung menggunakan sensor *accelerometer* dan mikrokontroler arduino mega. Untuk cara kerja alat ini menguji getaran yang berada pada sebuah gedung ketika ada pembebanan. Getaran tersebut menyebabkan perubahan posisi gedung ke berbagai arah. Namun sebagian bangunan bertingkat tidak memantau getaran yang terjadi pada bangunan tersebut dengan kontinu [8]. Wan Fikri Darmawan, Reni Suryanita, Zulfikar Djauhari “**Monitoring Kesehatan Struktur Rangka Gedung Tidak Beraturan Berdasarkan Hasil Sensor Akselerometer**” pada penelitian bertujuan untuk memberikan informasi perilaku struktur bangunan dengan melakukan analisis terhadap getaran dari hasil sensor akselerometer yang terjadi dan untuk memberikan informasi perilaku struktur bangunan dengan melakukan analisis terhadap getaran dari hasil sensor akselerometer yang terjadi serta mengidentifikasi kerusakan struktur dari bangunan dan menilai kesehatan struktur bangunan. Dari penelitian ini penulis menggunakan sensor MPU6050 pada tugas akhir yang saya buat. Jadi ketika seseorang akan memonitoring getaran yang terjadi pada bangunan beda lantai, maka prototipe akan memproses nilai percepatan getaran dan memunculkan nilainya yaitu x, y, dan z. kemudian melihat rotasi sudut dari getaran yang dihasilkan, dari hasil tersebut nantinya bisa dibandingkan nilai percepatan getaran yang terdapat pada kedua lantai yang ada pada sebuah bangunan bertingkat [9].

Hasnita “**Studi Efektivitas Sensor Accelerometer MPU 6050 Sebagai Pendeteksi Getaran Secara Nirkabel**” merupakan penelitian yang memanfaatkan sensor *accelerometer* MPU 6050 dimana sensor memanfaatkan percepatan dari getaran yang diterima sumbu x, y dan z. Pengujian menunjukkan, sensitivitas sensor, dimana sumbu z memiliki sensitivitas tertinggi, hingga 78 dan 97 kali dari sumbu x dan y. Simpangan terbesar diakibatkan adanya getaran mencapai 1,6 g. Nilai akselerasi secara non-linier makin besar jika sumber getaran

meningkat. Media dasar aluminium menghasilkan pendeteksian 8,69 kali lebih besar dari bahan keramik [10].

Tabel 2.1 Rangkuman Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu

Pengarang	Komponen & Platform	Perbedaan
Azahra Ramadhanti, Saskia Komala Furi, Rika Novita	Mikrokontroller Arduino Mega Sensor <i>Accelerometer</i>	Pengujian getaran pada gedung menggunakan sensor <i>accelerometer</i> dan mikrokontroller arduino mega. Untuk menguji getaran yang berada pada lantai 1 dan 5 gedung ketika ada pembebanan.
Wan Fikri Darmawan, Reni Suryanita, Zulfikar Djauhari	Sensor <i>accelerometer</i>	Pengujian ini bertujuan untuk memberikan informasi perilaku struktur bangunan dengan melakukan analisis terhadap getaran dari hasil sensor <i>accelerometer</i> yang terjadi
Hasnita	Sensor MPU6050	penelitian yang memanfaatkan sensor <i>accelerometer</i> MPU 6050 dimana sensor memanfaatkan percepatan dari getaran yang diterima sumbu x, y dan z. Pengujian menunjukkan,

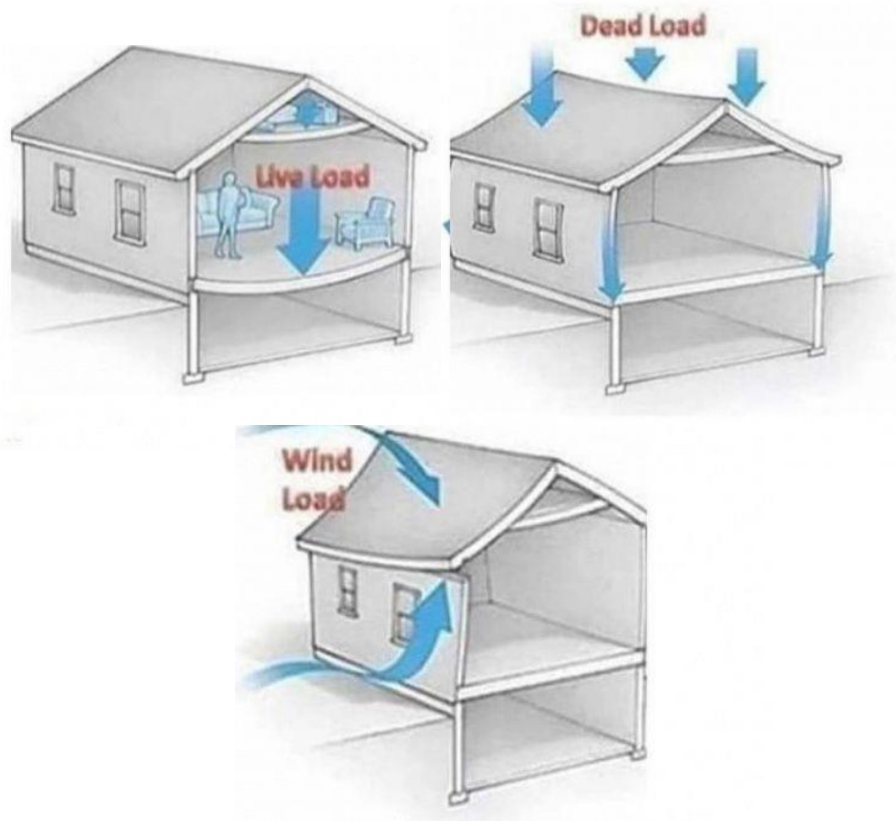
		sensitifitas sensor, dimana sumbu z memiliki sensitifitas tertinggi, hingga 78 dan 97 kali dari sumbu x dan y.
--	--	--

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Struktur Bangunan

Struktur bangunan merupakan unsur yang penting pada pembangunan suatu gedung agar dapat menghasilkan gedung yang kokoh, ekonomis & aman. Atas dasar kriteria keamanan dan kenyamanan maka proses perencanaan pembebanan harus sesuai dengan SNI 1727 - 2013 .Struktur bangunan adalah susunan atau pengaturan bagian-bagian bangunan yang menerima beban atau konstruksi utama, tanpa mempermasalahkan tampilan apakah konstruksi tersebut terlihat sebagai struktur bangunan atau tidak. Secara umum struktur bangunan terdiri atas pondasi, dinding, kolom, lantai dan kuda-kuda atap. Pada arsitektur umumnya menggunakan struktur sederhana (balok, sunduk, kili dan sebagainya) dan stabilitasnya tergantung pada pengalaman empiris, pengetahuan intuitif, serta mencoba dan meralat yang diwariskan secara turun temurun. Struktur berkaitan erat dengan pemahaman anatomi bangunan, yang dikategorikan dalam dua kategori, yaitu: *substructure* (struktur bawah) dan *upperstructure* (struktur atas). Konstruksi berhubungan dengan metode, teknik atau cara, misalnya: mengikat, mengangkat, menyambung dan lain-lain [11].

Beban-beban yang bekerja pada struktur meliputi beban statis maupun beban dinamis Beban statis merupakan beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan, seperti beban mati, beban hidup dan beban hujan, sedangkan beban dinamik merupakan beban yang bergerak dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat. Beban dinamis ini terdiri dari beban gempa dan beban angin [12].



Gambar 2.1 Tampilan jenis beban pada struktur bangunan

Tabel 2.2 Jenis-jenis beban pada struktur bangunan

NO	Jenis Beban	Arah bekerja
1.	Beban Mati	Beban mati merupakan berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk lantai, plafon, dinding, atap, tangga, dinding partisi tetap, <i>finishing</i> , klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.
2.	Beban Hidup	Beban hidup merupakan beban yang berasal dari penggunaan bangunan gedung seperti aktivitas manusia, kendaraan, maupun barang-barang yang dapat berpindah-pindah selama masa operasional bangunan. Beban hidup merupakan beban yang

		ditimbulkan oleh penghuni dan pengguna bangunan gedung.
3.	Beban Angin	Beban angin merupakan semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Penentuan beban angin ditentukan dengan mengganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang – bidang yang ditinjau

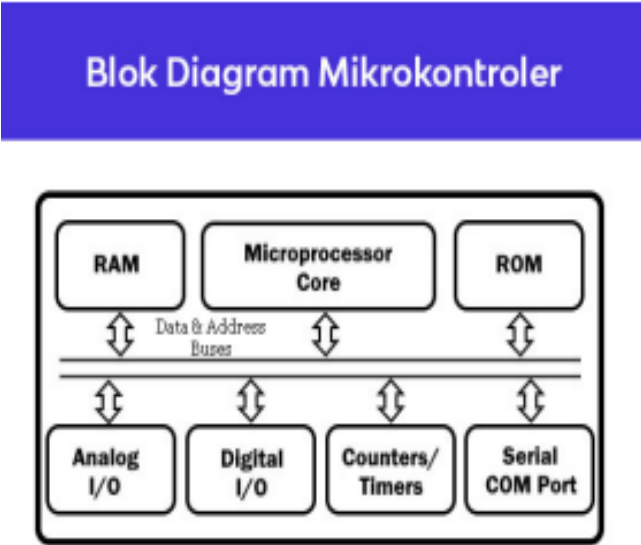
2.2.2 Getaran

Getaran adalah suatu gerakan yang berulang dengan sendirinya pada suatu selang waktu tertentu yang dapat terjadi pada sistem dimana memiliki massa dan sifat elastis serta padanya bekerja gangguan. Getaran juga didefinisikan sebagai gerakan berosilasi dari suatu sistem yang dapat berupa gerakan beraturan dan berulang secara kontinu atau dapat juga berupa gerakan tidak beraturan atau acak. Disamping osilasi mekanis, pengertian getaran juga terdapat pada bagian lain seperti gelombang elektromagnetik, akustik, dan arus bolak balik. Kadang-kadang satu kondisi interaksi antara masalah yang berbeda terjadi, misalnya getaran mekanis menyebabkan osilasi listrik atau sebaliknya. Prinsip dasar, analisis, persamaan matematika dan terminologi untuk fenomena getaran sama pada setiap bidang. Setiap benda yang memiliki massa dan sifat elastisitas jika diberi gangguan (rangsangan), maka benda atau sistem tersebut akan bergetar. Berdasarkan penyebab suatu benda atau sistem bergetar maka getaran dapat diklasifikasikan sebagai getaran bebas dan getaran paksa [14].

2.2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti *prosesor*, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input-output*. Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar suatu *computer system*. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan *computer*

mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. Mikrokontroler Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” di mana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL, dan CMOS dapat direduksi atau diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini [13]



Gambar 2.2 Diagram Blok Mikrokontroler

2.2.4 NodeMCU ESP32

Mikrokontroller NodeMCU ESP32 dirancang oleh perusahaan *Espressif Systems*. *Mikrokontroller* ini didalam nya terdapat komunikasi dalam wifi maupun *Bluetooth*. Berkaitan dengan sistem IoT (*Internet Of Things*) yang memerlukan koneksi internet untuk mengaksesnya. NodeMCU ESP32 memiliki sistem berbiaya dan berdaya rendah dengan modul WIFI berbentuk *chip microstrip* yang terintegrasi dan *Bluetooth* dengan mode sehingga daya dapat dihemat dan fleksibel [14].

Tabel 2.3 *Pinout* ESP32 [15]

15 ADC channel	15 channels dengan 12 bit SAR ADC rentang 0-1V, 0-1.4V,0-2V atau 0-4V
----------------	---

2 UART <i>Interface</i>	2 <i>interface</i> UART dengan kontrol aliran dan <i>suport</i> IrDA
25 PWM <i>outputs</i>	5 pin PWM untuk mengontrol hal-hal seperti kecepatan motor atau kecerahan LED
2 DAC <i>channels</i>	Dua DAC 8 bit untuk emnghasilkan <i>voltage</i> analog
SPI, I2C, dan I2S <i>interface</i>	Tiga <i>interface</i> SPI dan satu I2C untuk menghubungkan berbagai sensor dan periferal, serta dua antarmuka I2S untuk menambahkan suara ke proyek
9 Touch Pads	9 GPIO



Gambar 2.3 Tampilan NodeMCU ESP32

2.2.5 Sensor Accelerometer MPU6050

MPU-6050 adalah modul sensor yang terdapat dua fungsi didalamnya yaitu, *accelerometer* dengan *micro electro mechanical system* (MEMS) dan *gyroscope* dengan *micro electro mechanical system* (MEMS) dalam sebuah *chip*. Terdapat 16 pin analog yang dilakukan pengkonversian terlebih dahulu untuk menentukan sumbu, sehingga sensor ini dapat bekerja dengan maksimal. Sensor

ini menggabungkan 3-axis *Gyroscope*, 3-axis *Accelerometer* dan *Digital Motion Processor* semua dalam paket kecil. Juga, ia memiliki fitur tambahan sensor suhu *on-chip*. Ini memiliki antarmuka bus I2C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Ini memiliki bus I2C Tambahan untuk berkomunikasi dengan perangkat sensor lain seperti Magnetometer 3-sumbu, Sensor tekanan, dll. Sensor ini menggunakan *Inter Integrated Circuit (interface I2C-bus)* sebagai koneksi antara sensor dan Arduino Uno [16].

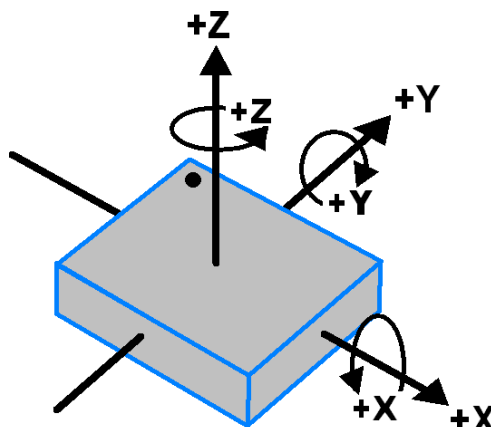
Accelerometer digunakan untuk mengukur percepatan dari suatu benda yang bergerak, perubahan posisi, dan percepatan gravitasi bumi. Suatu percepatan akan menimbulkan gaya yang akan ditangkap oleh mekanisme pendeteksi gaya yang dimiliki oleh sensor *accelerometer*. Besar percepatan dapat diukur secara tidak langsung dari besar gaya yang berhasil dideteksi. Struktur dari sensor *accelerometer* terdiri dari sebuah transduser kapasitif dan sebuah pegas penggerak yang dirancang dalam ukuran sekala mikro. Sensor *accelerometer* akan mendeteksi gaya percepatan pada tiga sumbu, yaitu sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z berdasarkan pengaruh percepatan bumi. Percepatan gravitasi bumi diukur dalam satuan g-force (G), dimana 1G sama dengan $9,8 \text{ m/s}^2$. Sedangkan *Gyroscope* merupakan sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan sudut dari benda yang bergerak terhadap sumbu putar. *Gyroscope* akan menghasilkan sinyal yang nilainya sebanding dengan kecepatan sudut sekitar sumbu tegak lurus terhadap sumbu putar. Satuan kecepatan sudut akan diukur dengan satuan radian per detik (rad/s) atau dalam satuan derajat per detik ($^\circ/\text{s}$). Struktur dari sensor *gyroscope* terdiri dari sistem elektro-mekanikal berupa piringan rotor yang terhubung dengan pegas yang berukuran mikro (MEMS). Ketika rotor berputar bebas, putaran rotor akan cenderung mempertahankan posisi aksial. Sebuah torsi akan dihasilkan pada sumbu output saat piringan rotor berputar disekitar sumbu input. Hal tersebut akan menghasilkan putaran disekitar sumbu output, peristiwa ini disebut kepresisian dari *gyroscope*. Tingkat waktu perubahan momentum sudut yang diberikan pada suatu sumbu sama dengan besar torsi yang diterapkan pada sumbu tersebut [17].



Gambar 2.4 Tampilan Sensor *accelerometer* MPU6050

Maka MPU6050 dapat memberikan keluaran Motion Fusion 9-sumbu lengkap. 3-Axis *Gyroscope* MPU6050 terdiri dari 3-axis *Gyroscope* dengan teknologi *Micro Electro Mechanical System* (MEMS). Ini digunakan untuk mendeteksi kecepatan rotasi sepanjang sumbu X, Y, Z [18].

1. Ketika *gyros* diputar di salah satu sumbu indera, Efek Coriolis menyebabkan getaran yang dideteksi oleh MEM di dalam MPU6050.
2. Sinyal yang dihasilkan diperkuat, dimodulasi, dan disaring untuk menghasilkan tegangan yang sebanding dengan laju sudut.
3. Tegangan ini didigitalkan menggunakan ADC 16-bit untuk mengambil sampel setiap sumbu.
4. Rentang *output* skala penuh adalah +/- 250, +/- 500, +/- 1000, +/- 2000.
5. Ini mengukur kecepatan sudut di sepanjang setiap sumbu dalam satuan derajat per detik.

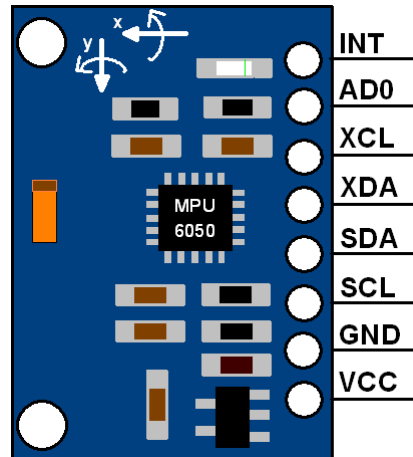


Gambar 2.5 Tampilan Giroskop 3 Sumbu

Tabel 2.4 Modul MPU-6050 memiliki 8 pin,

AD0	Pin LSB Alamat I2C <i>Slave</i> . Ini adalah bit ke-0 dalam alamat <i>slave</i> 7-bit perangkat. Jika terhubung ke VCC maka dibaca sebagai logika satu dan alamat <i>slave</i> berubah.
XCL	Pin Jam <i>Serial</i> Tambahan. Pin ini digunakan untuk menghubungkan pin SCL sensor yang diaktifkan antarmuka I2C lainnya ke MPU-6050.
XDA	Pin Data <i>Serial</i> Tambahan. Pin ini digunakan untuk menghubungkan pin SDA sensor yang diaktifkan antarmuka I2C lainnya ke MPU-6050.
SCL	Pin Jam <i>Serial</i> . Hubungkan pin ini ke pin SCL mikrokontroler.
SDA	Pin Data <i>Serial</i> . Hubungkan pin ini ke pin SDA mikrokontroler.
GND	Pin tanah. Hubungkan pin ini ke koneksi <i>ground</i> .
VCC	Pin catu daya. Hubungkan pin ini ke suplai DC 5V.
INT	Interrupt digital <i>output</i> pin.

Modul MPU-6050 memiliki alamat *Slave* (Ketika AD0 = 0, yaitu tidak terhubung ke Vcc) sebagai, Alamat Tulis *Slave* (SLA W): 0xD0 Alamat Baca *Slave* (SLA R) : 0xD1



Gambar 2.6 Tampilan Modul MPU6050 8 pin

2.2.6 I2C

I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*. Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop*. Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah *transfer* data oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus clock ke-9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *master*. Fitur utama I2C adalah sebagai berikut:

- Hanya melibatkan 2 kabel yaitu serial data *line* (SDA) dan serial *clock* line (SCL).
- Setiap IC yang terhubung dalam I2C memiliki alamat masing-masing yang dapat diatur secara *Software* dengan *master/slave protocol* yang sederhana, dan mampu mengakomodasikan *multi master*.
- I2C merupakan serial bus dengan orientasi data 8 bit, komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transmisi data sampai 100Kb/s pada mode standar dan 3,4 Mb/s pada mode kecepatan tinggi [20].

2.2.7 Web Server

Server merupakan pelayan pada sebuah jaringan komputer yang berfungsi untuk melayani, membatasi, dan juga bisa sebagai pengontrol akses kepada seluruh user di sebuah jaringan komputer. *Web Server* menjadi *backbone* dari *World Wide Web* (www), *web server* adalah perangkat lunak *server* yang berfungsi untuk menerima permintaan *client* dalam bentuk halaman *web* dengan *protocol* yang digunakan yaitu HTTP atau HTTPS. Permintaan tersebut nantinya akan dikirimkan kembali dalam format HTML. *Web server* dapat digunakan melalui aplikasi *web browser*, dimana *browser* memberikan permintaan layanan atau halaman *web* yang ada pada *server web*, *server* yang menjadi *manager* layanan akan memberikan balasan dengan mengirimkan berkas sesuai permintaan atau dapat menolak permintaan jika berkas yang diminta tidak tersedia. Fungsi utama sebuah *server web* adalah untuk mengirimkan berkas yang diminta oleh pengguna dengan memakai protokol komunikasi yang telah ditentukan, yang disebabkan halaman *web* yang terdiri dari berkas *videos*, gambar, teks, dan lainnya. [19].



Gambar 2.7 Tampilan *web server*