

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, penulis membutuhkan literatur yang didapat dari penelitian sebelumnya dan bertujuan dapat mendukung penelitian, adapun tinjauan pustaka tersebut terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No.	Penulis	Tahun	Judul
Literatur 1	Md. Nasim Reza, Nibir Mondol, Md. Sanwar Hossain dan Md. Alamgir Kabir	2021	Design and Implementation of an Automatic Single Axis Solar Tracking System to Enhance the Performance of a Solar Photovoltaic Panel
Literatur 2	Meera A Khandekar, Dr Sudhir Muthyala, Prof Sudhir dan Priyanka Walunj	2023	Development of an Intelligent Sun Tracking System for Solar PV Panel
Literatur 3	Mani P.K, Prashant Sunagar, Madhuri N S dan A. Joseph Lourdu Rajah	2022	IoT-based Solar Panel Tracking System to Enhance the Output Power
Literatur 4	Esrn S. Sibarani	2022	Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya 10 Wp Berbasis Rtc Dan Arduino
Literatur 5	Mitica Lustinian Neaca	2021	Solar tracking system for several groups of solar panels

1.2 Literatur 1

Penelitian yang dilakukan oleh (Reza et al., 2021), penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pelacakan matahari sumbu tunggal otomatis berbasis mikrokontroler untuk menangkap sinar matahari maksimum dan mengekstraksi daya maksimum dari panel surya PV di berbagai posisi matahari. Dengan menggunakan sistem pelacakan, panel dapat menyerap jumlah tenaga surya yang lebih tinggi dan meningkatkan daya keluaran panel surya. Hasil pengujian nya adalah output daya rata-rata panel surya meningkat sekitar 1W per jam. Jika sistem digunakan pada panel 100W, nilainya menjadi 80W per hari selama 8 jam sinar matahari. Jika sistem digunakan pada panel 100W, nilainya menjadi 80W per hari selama 8 jam sinar matahari. Pada saat siang hari, tegangan dan arus keluaran untuk keduanya tanpa sistem pelacakan hampir sama. Dengan meningkatnya tegangan dan arus keluaran, daya keluaran juga meningkat. KWh dalam setahun nilainya menjadi 29,2 KWh.

1.3 Literatur 2

Penelitian yang dilakukan oleh (Khandekar et al., 2023), penelitian ini mengembangkan sistem loop terbuka dan loop tertutup pada pelacakan sinar matahari. Penulis mengembangkan sistem cerdas untuk menggerakkan mekanisme pelacak fotovoltaik surya eksperimental. Dengan menggunakan *Sun Positioning Algorithm*, *Real-time Clock* dan *Global positioning system* dan pelacak panel. Pelacak matahari ini dapat mengikuti matahari dengan akurasi tinggi tanpa perlu proses pemasangan atau kalibrasi ulang yang presisi. Sebuah sistem pelacakan hybrid yang menggabungkan strategi pelacakan loop tertutup dengan pengontrol umpan balik dinamis dengan strategi pelacakan loop terbuka berdasarkan model pergerakan matahari.

1.4 Literatur 3

Penelitian yang dilakukan oleh (Mani et al., 2022), Sistem Pelacakan Panel Surya diimplementasikan berdasarkan domain Internet of Things (IoT). Dengan penggunaan *Light Dependent Resistor* (LDR), Sensor tegangan, Sensor arus, Motor servo, NodeMCU, dan ThingSpeak Cloud diterapkan untuk Sistem Pelacakan Panel Surya. Energi matahari dapat dilacak dengan menggunakan sistem pelacakan surya dasar. Panel surya diposisikan berdasarkan *Global Positioning System* (GPS), *Image Processing* (IP), dan *Artificial Neural Network* (ANN). Posisi matahari dihitung dengan menggunakan nilai bujur, lintang, tanggal, dan waktu. Dengan penggunaan GPS. Untuk mendeteksi citra matahari dengan menghitung nilai GPS dan centroid serta untuk target digunakan pengolahan citra *tracking point*.

1.5 Literatur 4

Penelitian yang dilakukan oleh Esron S. Sibarani, 2022), Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya 10 Wp Berbasis Rtc Dan Arduino. Penelitian ini menggunakan sensor RTC, yang dapat menghasilkan sensor RTC dapat berputar ± 1200 . Panel surya bergerak 90 setiap jam melalui bantuan motor servo yang dapat mengikuti arah datangnya cahaya matahari mengikuti perpurataran waktu.

1.6 Literatur 5

Penelitian yang dilakukan oleh (Neaca, 2021), Sistem orientasi yang diusulkan memungkinkan kontrol simulasi dari beberapa susunan panel surya yang dikelompokkan dalam wilayah geografis tertentu. Informasi orientasi tepat dan ditransmisikan pada interval 10 menit. Untuk menghilangkan konsumsi energi dari sistem penentuan posisi elektromekanis untuk masing-masing susunan panel surya, tidak lagi mengkonsumsi listrik untuk mencari posisi optimal, dan hanya melakukan gerakan presisi kecil antara posisi sebelumnya serta posisi baru yang

ditransmisikan oleh sistem pelacakan. Sistem ini berukuran kecil, dengan konsumsi energi kecil dibandingkan dengan konsumsi daya satu panel surya. Pada penelitian ini juga menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai sensor cahaya yang paling sensitive untuk mendeteksi cahaya.

1.7 Sintesis Penelitian

Sintesis penelitian adalah proses menggabungkan, meringkas, dan menyusun temuan-temuan penelitian yang relevan dari berbagai sumber menjadi suatu rangkuman yang komprehensif dan informatif. Sintesis penelitian bertujuan untuk menyajikan informasi rinci tentang topik tertentu dengan mengintegrasikan hasil penelitian yang berbeda yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk melihat rangkuman mengenai persamaan, perbedaan, kekurangan dan kesimpulan dari masing-masing literatur review yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Sintesis Penelitian

Pengarang	Ringkasan (<i>Summary</i>)	Metode dan Pendekatan	Kesamaan (<i>Compare</i>)	Perbedaan (<i>Contrast</i>)	Kritisi (<i>Critisize</i>)
(Reza et al., 2021)	Penelitian ini menghasilkan sistem untuk merancang dan mengimplem entasikan sistem pelacakan matahari sumbu tunggal	Menggunakan metode analisis dan studi literatur.	Sistem ini digunakan untuk melacak sinar matahari,	Penelitian ini menggunakan nodemcu sebagai mikrokont roler nya.	Sistem pelacakan sinar matahari harus mampu berkinerja baik dalam berbagai kondisi cuaca dan lingkungan

	otomatis berbasis mikrokontroler untuk menangkap sinar matahari maksimum dan mengekstraksi daya maksimum dari panel surya PV di berbagai posisi matahari				n, termasuk saat cuaca buruk atau cuaca yang tidak biasa.
(Khandekar et al., 2023)	Mengembangkan sistem loop terbuka dan loop tertutup pada pelacakan sinar matahari. Sebuah sistem pelacakan hybrid yang menggabungkan strategi	Menggunakan metode hybrid.	Memiliki persamaan Sistem pelacakan matahari untuk meningkatkan efisiensi pengisian daya panel surya	Pada penelitian ini, penulis fokus pada peningkatan pengisian daya baterai sebagai hasil dari pelacakan sinar matahari	Pengembangan sistem pelacakan matahari yang cerdas dapat melibatkan kompleksitas yang lebih tinggi

	<p>pelacakan loop tertutup dengan pengontrol umpan balik dinamis dengan strategi pelacakan loop terbuka berdasarkan model pergerakan matahari.</p>			<p>menggunakan modul RTC, sedangkan penelitian yang terkait Menyebutkan secara umum tujuan pengembangan sebagai "peningkatan efisiensi" tanpa menyebutkan baterai secara spesifik.</p>	<p>dalam hal perangkat keras, perangkat lunak, dan pemeliharaan.</p>
<p>(Mani et al., 2022)</p>	<p>Sistem Pelacakan Panel Surya diimplementasikan berdasarkan domain Internet of Things (IoT).</p>	<p>Metode yang digunakan berupa metode prototype.</p>			

	<p>Dengan penggunaan <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR), Sensor tegangan, Sensor arus, Motor servo, NodeMCU, dan ThingSpeak Cloud diterapkan untuk Sistem Pelacakan Panel Surya. Energi matahari dapat dilacak dengan menggunakan sistem pelacakan surya dasar.</p>				
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

1.8 Modul RTC

Modul RTC DS1307 adalah perangkat tambahan kecil yang digunakan untuk mengintegrasikan *Real-Time Clock* (RTC) DS1307 ke dalam proyek elektronik. DS1307 adalah

salah satu IC RTC yang populer dan umum digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti jam digital, logger data, perangkat berbasis mikrokontroler, dan banyak lagi (Suryawinata et al., n.d.). RTC digunakan untuk melacak waktu secara akurat dan menyimpan tanggal dan waktu aktual, bahkan saat daya mati atau listrik terputus. Modul RTC DS1307 biasanya mencakup DS1307 IC itu sendiri, sirkuit tambahan seperti kristal osilator 32.768 kHz, baterai cadangan (biasanya tipe CR2032) untuk menjaga waktu ketika daya terputus, dan komponen pendukung lainnya.

1.9 Implementasi Perangkat Lunak

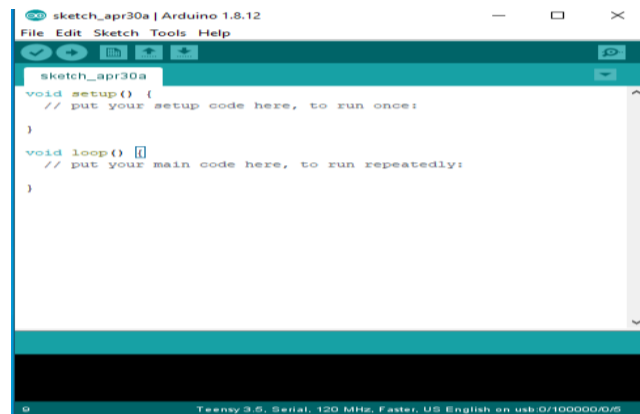
Dalam penelitian ini, sebagai media implementasi dalam penerapan modul RTC pada pelacak sinar matahari dan meningkatkan pengisian daya baterai menggunakan perangkat lunak yaitu :

2.10 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) ialah perisian yang dipakai untuk memasukkan program ke dalam Arduino, dengan kata lain sebagai alat untuk memprogram papan Arduino. Arduino IDE berguna sebagai penyunting teks untuk membuat, mengedit, dan menjalankan code program. code program yang dipakai disebut sebagai Arduino "*sketch*" atau code sumber Arduino (Al Rizqi et al., 2021), Arduino IDE dirancang menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan juga menyertakan library C/C++ bernama Wiring yang mempermudah proses input dan output (Hasan, 2019), Arduino memiliki fasilitas seperti alat untuk menulis bahasa pemrograman seperti penyorotan sintaks yang mempermudah dalam menulis kode program (Fauzi 2020).

Dari pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwa Arduino IDE merupakan perangkat lunak serbaguna yang berfungsi untuk membuat program pada sistem. Selain itu, Arduino IDE juga menyediakan perpustakaan yang dapat digunakan untuk beberapa perangkat *Internet of Things (IoT)* seperti NodeMcu. Program yang dibuat akan diunggah ke NodeMcu ESP32,

Tampilan pertama Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arduino IDE
Sumber : (Anon., 2019)

2.11 Implementasi Perangkat Keras

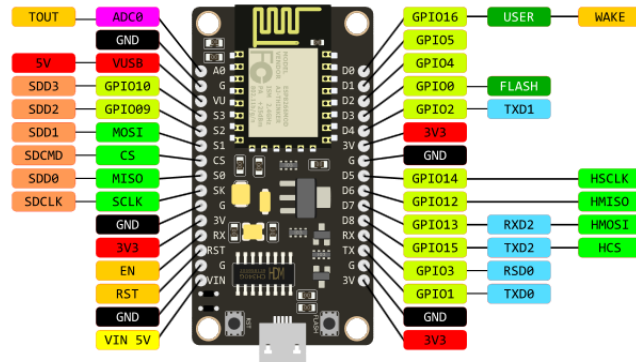
Adapun penerapan untuk pelacakan sinar matahari dan pengisian daya baterai, penulis menggunakan perangkat keras sebagai berikut.

2.12 *Module Node Mcu Esp32*

NodeMCU ialah sebuah papan elektronik yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan juga Wi-Fi untuk koneksi internet. Papan elektronik ini memiliki pin I/O yang dapat dipakai untuk memantau atau mengontrol proyek *Internet of Things (IoT)* dan dapat diprogram dengan compiler Arduino IDE. NodeMCU adalah turunan modul dari keluarga platform IoT ESP-12 (Nurul Hidayati Lusita Dewi, 2019).

NodeMCU adalah perluasan dari ESP32 yang menggunakan *firmware e-Lua* dan memiliki port micro USB yang dapat digunakan untuk pemrograman maupun sebagai port daya untuk NodeMCU. Bahasa Luar mirip dengan bahasa C, namun perbedaannya hanya terletak pada sintaksisnya (Aluh & Lidyawati, 2020). Dari pernyataan diatas, dapat disarikan bahwa NodeMCU mempunyai dua peran yaitu sebagai mikrokontroler dan koneksi internet (*Wi-Fi*) yang mempermudah pengguna dalam merancang proyek IoT. Selain itu bahasa yang digunakan juga

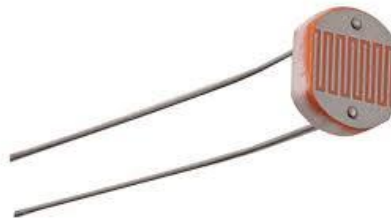
mempunyai kesamaan dengan bahasa C yang menjadikan NodeMCU dapat diprogram dengan software Arduino IDE. Berikut ini adalah rupa fisik dari NodeMCU ESP32 dengan penjelasan pinnya yang terdapat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 ESP 32
Sumber : (Andi 2020)

2.13 Sensor Ldr

Sensor LDR (*Light-Dependent Resistor*) adalah jenis sensor yang merespon cahaya dan mengubah intensitas cahaya menjadi perubahan resistansi listrik. LDR sering disebut juga sebagai sensor fotokonduktif atau fotoresistor (Hie Khwee, 2013) Resistor ini terbuat dari semikonduktor khusus yang memiliki resistansi yang berbeda-beda tergantung pada jumlah cahaya yang diterimanya (Yuliananda et al., 2015). Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor LDR
Sumber : (Muchtar 2021)

2.14 Solar Panel

Solar Panel adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Solar panel terdiri dari beberapa sel fotovoltaik (PV) yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Solar panel terdiri dari beberapa sel fotovoltaik (PV) yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon, yang mampu menghasilkan arus listrik ketika cahaya matahari mengenai sel-sel tersebut. Prinsip kerja solar panel berdasarkan efek fotovoltaik, di mana cahaya matahari yang mengandung foton energi tinggi menabrak permukaan sel fotovoltaik, merangsang elektron yang terkandung di dalamnya untuk bergerak. Proses ini menciptakan aliran arus listrik antara dua lapisan di sel fotovoltaik, menghasilkan energi listrik sepanjang sel. Dapat dilihat pada gambar 2.4.



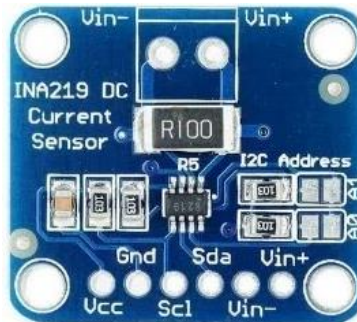
Gambar 2.4 Solar Panel

Sumber : (SciTechDaily.com 2020)

2.15 Sensor INA 219

Sensor INA219 adalah sebuah sensor arus dan tegangan berbasis I2C (Inter-Integrated Circuit) yang diproduksi oleh Texas Instruments (Putri et al., 2014). Sensor ini dirancang khusus untuk mengukur tegangan dan arus listrik pada sirkuit elektronik. Dengan menggunakan sensor INA219, pengguna dapat secara akurat mengukur arus listrik yang mengalir melalui beban dan tegangan di seluruh beban tersebut. Selain itu, INA219 juga dapat mengukur tegangan di seluruh

sirkuit dengan tingkat akurasi yang tinggi. Tegangan yang diukur bisa berupa tegangan DC atau tegangan AC yang kemudian dikonversi ke tegangan DC yang setara. Dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sensor INA 219
Sumber : (Santhiya, 2020)

2.16 Baterai Aki

Baterai aki berukuran 12V 5Ah komponen vital dalam sistem penyimpanan daya dari solar panel. Dengan kapasitas 5 ampere-jam, baterai ini memiliki kemampuan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya saat matahari bersinar terang. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dengan cara mengisi baterai saat produksi energi melebihi konsumsi, dan kemudian menggunakan energi tersebut ketika diperlukan, seperti saat malam hari atau cuaca buruk. Baterai aki ini memberikan stabilitas dan kontinuitas pasokan energi, menjadikannya komponen penting dalam menjalankan sistem energi matahari yang efisien dan andal.

2.17 LCD LiquidCrystal

LCD Liquid Crystal yang terhubung ke ESP32 adalah komponen yang sangat berperan dalam menjalankan sistem solar tracker yang cerdas. LCD ini memberikan tampilan visual yang jelas dan informatif tentang berapa derajat kemiringan servo pada solar tracker, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau pengaturan panel surya terhadap sinar matahari secara

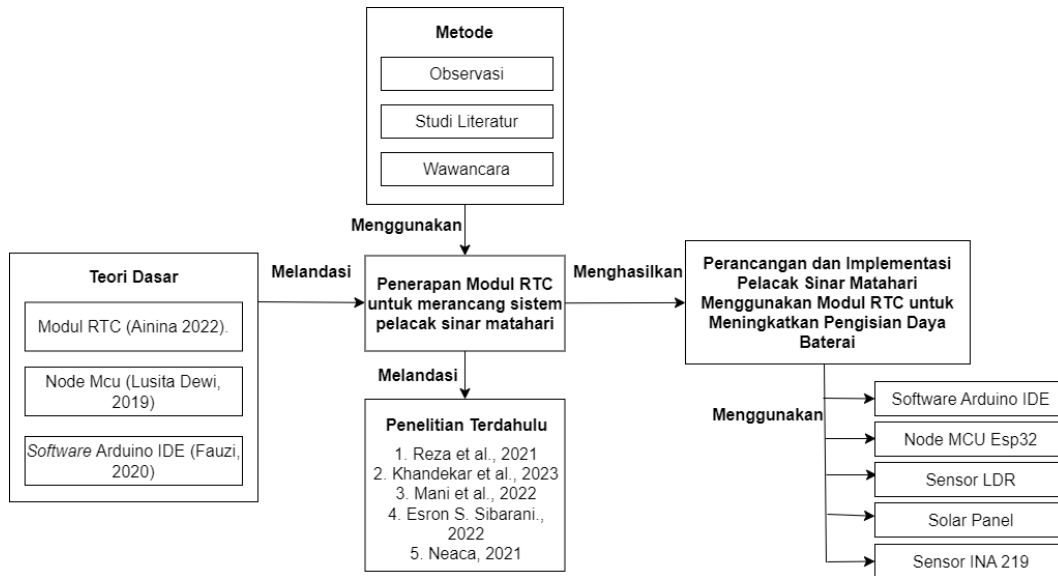
real-time. Selain itu, LCD juga memungkinkan pengguna untuk melihat data yang relevan mengenai kapasitas daya yang masuk dari panel surya ke baterai, memberikan pemahaman yang mendalam mengenai kinerja sistem energi matahari secara langsung. Dengan keterhubungannya ke ESP32, LCD Liquid Crystal tidak hanya memungkinkan pemantauan yang akurat tetapi juga menawarkan pengendalian yang efisien, yang berperan penting dalam menjaga efisiensi dan performa sistem energi matahari yang terkoneksi dengan servo motor dan sensor-sensor lainnya.

2.18 Lampu Led

Lampu berdaya 10 watt Merupakan komponen penerangan yang efisien dan hemat energi, dirancang khusus untuk menyediakan pencahayaan yang andal di lingkungan jalan. Meskipun memiliki daya yang relatif rendah, lampu ini mampu menghasilkan cahaya yang cukup terang untuk menerangi jalan-jalan perkotaan dan pedesaan dengan baik, membantu meningkatkan visibilitas dan keamanan pada malam hari. Keunggulan utama dari lampu berdaya 10 watt adalah efisiensinya dalam mengkonversi energi listrik menjadi cahaya, sehingga mengurangi konsumsi daya dan dampak lingkungan, sambil tetap memberikan pencahayaan yang memadai untuk memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan.

2.19 Kerangka Teoritis

Kerangka Teori adalah suatu gambaran atau rencana yang isinya mengenai penjelasan dari semua hal yang dijadikan bahan penelitian berlandaskan hasil penelitian yang dilakukan. Kerangka teori biasanya berisi mengenai relasi antara sebuah variabel dengan variabel yang lain, biasanya ada sebab akibat dari kedua atau lebih dari dua variable (Ryan et al., 2013). Adapun gambaran dari kerangka teoritis dapat dilihat pada gambar 2.6.







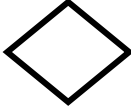



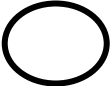
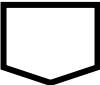

Gambar 2.6 Kerangka Teoritis

Pada kerangka teoritis dapat dilihat bahwa teori dasar yang mencakup metode modul RTC, node mcu dan *software* Arduino IDE serta kajian literatur melandasi adanya teknologi perancangan dan implementasi pelacak sinar matahari dan meningkatkan pengisian daya baterai. Teknologi ini menggunakan dua buah sensor diantaranya sensor ldr dan sensor INA 219, dengan menggunakan modul RTC dan komponen pendukung lainnya yaitu dengan Node Mcu Esp32 dan solar panel.

2.19 *flowchart*

Flowchart Memiliki fungsi sebagai penentu atau acuan untuk penulis melakukan urutan *step by step* dari proses yang akan dikerjakan oleh aplikasi dan *mikrokontroler* yang akan dibuat nantinya. *Flowchart* sangat berpengaruh terhadap layak atau tidak layak sistem tersebut dijalankan. Tahapan ini merupakan podasi awal untuk sebelum terbentuknya suatu sistem atau alat. Jika pada pengerjaan atau pembuatan *flowchart* sudah tidak baik, maka bisa dipastikan bahwasanya sistem atau alat yang akan dibuat tidak baik atau sempurna. Maka sangatlah penting bagi kita untuk mengikuti prosedur dasar tersebut, agar sistem atau alat yang dihasilkan jauh lebih baik (Rosaly and Prasetyo, 2019).

Tabel 2.3 *Simbol* Flowchart

NAMA	SIMBOL	KETERANGAN
Terminal		Simbol yang berfungsi untuk menunjukkan proses awal atau akhir suatu proses
Proses		Simbol yang berfungsi untuk menunjukkan proses suatu sistem
Proses		Simbol proses yang dilakukan secara manual
Proses		Simbol yang digunakan oleh manusia dan komputer seperti memasukan data ke komputer
Decision		Simbol pengambilan keputusan bagaimana alur dalam flowchart berjalan selanjutnya berdasarkan pernyataan
Stored data		Simbol informasi yang disimpan ke dalam media penyimpanan umum.
Databased		Untuk basis data atau databases
Predefined Process		Untuk proses yang telah kita jelaskan lebih rinci di dalam flowchart tersendiri
Koneksi		Pengganti garis penghubung
Penghubung		Koneksi yang dipakai pada halaman lain, sebagai pengganti garis penghubung
Garis		Garis penghubung aliran algoritma