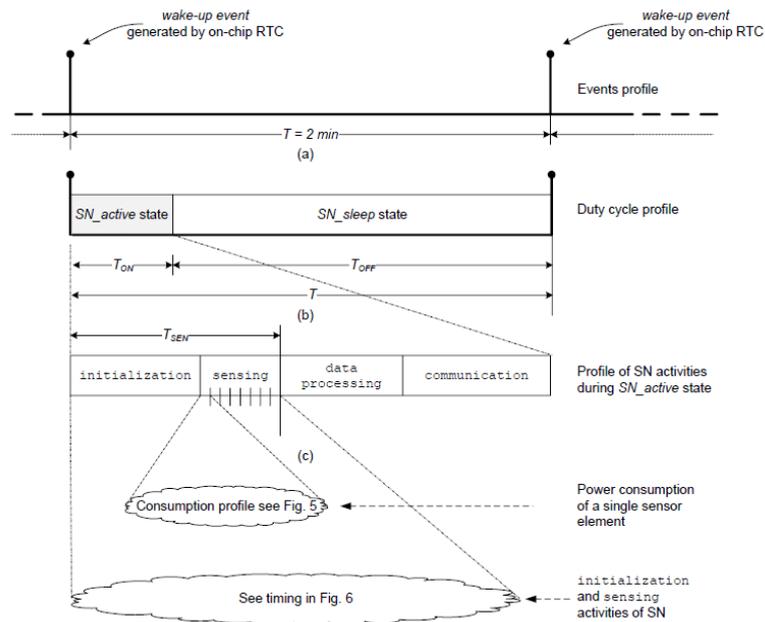


2.1.2 Wireless Sensor Node with Low Power Sensing

Sebuah jurnal internasional yang berisi tentang analisis penggunaan teknik *power saving* dengan dua cara yaitu *duty-cycle* dan *power-gating* dengan melakukan simulasi pada MATLAB. *Duty-cycle* sebagaimana diketahui merupakan suatu teknik untuk menekan konsumsi energi pada *sensor node*, yang mana cara kerjanya yakni dengan menempatkan *hardware* pada kondisi *low power sleep* kecuali ketika sedang dibutuhkan. Sementara *power-gating* merupakan suatu desain teknik dengan memusatkan pada minimalisir *power loss* pada *sensor nodes circuit*, teknik tersebut berdasar pada aktifitas komponen pada *sensor node* yang beradaptasi dengan mekanisme *event-driven control* (Nikolic dkk, 2014).

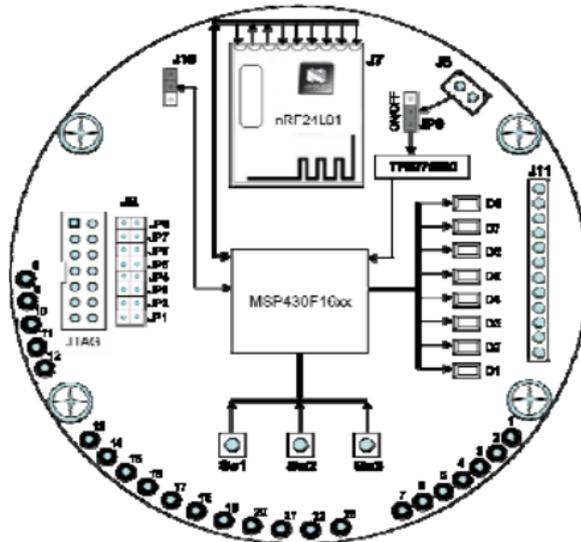


Gambar 2.2 Cara kerja metode *duty cycle*

Sumber: Goran Nikolic (2014)

2.1.3 MSP430 and nRF24L01 based Wireless Sensor Network Design with Adaptive Power Control

Sebuah jurnal internasional yang berisi tentang rancangan *sensor node* dengan *low Power home network*. Pada jurnal tersebut peneliti mendesain *sensor node* menggunakan kontroler Texas Instrument MSP430 dan komunikasi *wireless*-nya menggunakan RF (*Radio Frequency*). Sebagai metode *low power*-nya menggunakan algoritma *Adaptive Power Control*, yang digunakan untuk menentukan *transmission strength* pada *route update message*. Berdasarkan *route update message* tersebut *Variable Transmission Control* dapat mengatur power transmisi sesuai dengan *Received Signal Strength* antar *sensor node* (Sonavane dkk, 2009).



Gambar 2.3 Blok diagram *sensor node* berbasis MSP430 dan nRF24L01

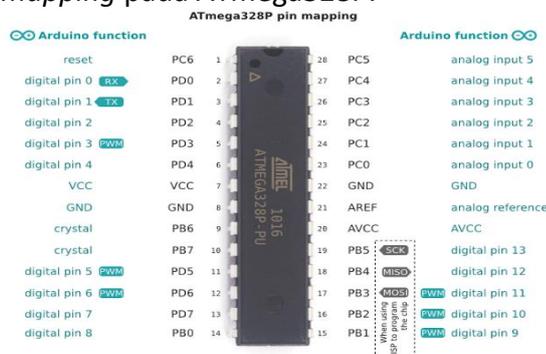
Sumber: Sonavane S. S. (2009)

2.2 Dasar teori

Bagian ini membahas tentang teori yang digunakan dalam melaksanakan penelitian skripsi.

2.2.1 ATmega328P

ATmega328P adalah *chip IC (Integrated Circuit)* buatan *Atmel Corporation* dengan menggunakan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang merupakan arsitektur komputasi modern dengan intruksi-intruksi dan jenis eksekusi paling sederhana, ATmega328P memungkinkan untuk diprogram ulang melalui antar muka SPI (*Serial Peripheral Interface*) atau melalui cara konvensional. Chip ini dapat memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data, serta hanya membutuhkan daya antara 1,8 volt – 5,5 volt untuk menjalankan program hingga 4Kb sehingga memungkinkan untuk penggunaan sistem yang membutuhkan daya rendah (Atmel, 2016). Pada Gambar 2.4 merupakan *pin mapping* pada ATmega328P.



Gambar 2.4 Pin pada ATmega328P

Sumber : *Datasheet* ATmega328P (2016)

2.2.1.1 Low Power pada ATmega328P

Pada ATmega328P terdapat fitur *sleep mode* di antaranya adalah mode *Idle*, *ADC Noise Reduction*, *Power-down*, *Power-save*, *Standby*, atau *Extended Standby* yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Pengaturan *sleep mode* ATmega328P

Sleep Mode	Active Clock Domains					Oscillators		Wake-up Sources					Software BOD Disable		
	clkCPU	clkFLASH	clkIO	clkADC	clkASY	Main Clock Source Enabled	Timer Oscillator Enabled	INT and PCINT	TWI Address Match	Timer2	SPMEEPROM Ready	ADC		WDT	Other I/O
Idle			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes ⁽²⁾	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
ADC Noise Reduction				Yes	Yes	Yes	Yes ⁽²⁾	Yes ⁽³⁾	Yes	Yes ⁽²⁾	Yes	Yes	Yes		
Power-down								Yes ⁽³⁾	Yes				Yes		Yes
Power-save					Yes		Yes ⁽²⁾	Yes ⁽³⁾	Yes	Yes			Yes		Yes
Standby ⁽¹⁾						Yes		Yes ⁽³⁾	Yes				Yes		Yes
Extended Standby				Yes ⁽²⁾	Yes	Yes	Yes ⁽²⁾	Yes ⁽³⁾	Yes	Yes			Yes		Yes

Untuk mengaktifkan *sleep mode* pada ATmega328P dapat menggunakan *library* *lowpower.h*, dalam *sleep mode* terdapat kondisi untuk mengaktifkan dan mematikan BOD (*Brown Out Detection*) maupun ADC (*Analog to Digital Converter*). Untuk mengaktifkan fungsi tersebut dilakukan dengan cara mengubah nilai bit *control register* SE pada ATmega328P menjadi logika *high* sedangkan untuk kembali ke mode normal maka rubah nilai bit *control register* SE menjadi logika *low*. Selain itu terdapat pula rangkaian BOD (*Brown Out Detection*) yang berfungsi untuk memantau tingkat tegangan selama *chip* beroperasi. BOD (*Brown Out Detection*) dapat mencegah kesalahan *chip* dalam menjalankan program ketika tegangan kurang dari seharusnya. (Atmel, 2016)

2.2.1.2 Lightweight Low Power Arduino library

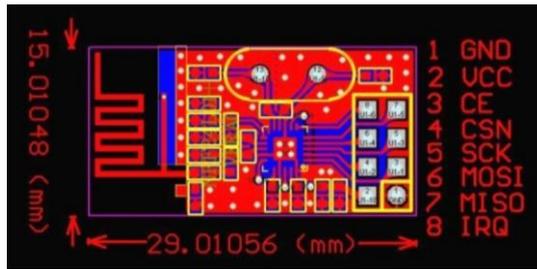
Lightweight Low Power merupakan *library* yang dibuat agar dapat memudahkan dalam pengaplikasian *sleep mode*, pada *library* tersebut mendukung seluruh *sleep mode* yang ada pada mikrokontroler ATmega328P. Pada website resmi dari *Lightweight Low Power Arduino* telah dipaparkan gambaran konsumsi arus yang didapatkan dengan menggunakan setiap pilihan *sleep mode* yang terdapat pada mikrokontroler ATmega328P. Untuk mengaktifkan *sleep mode* melalui *library Lightweight Low Power Arduino* yakni dengan memanggil fungsi "`LowPower.(pilihan mode)(pilihan yang akan dimatikan);`", dalam penelitian kali ini menggunakan mode *power down* dan akan menonaktifkan ADC (*Analog Digital Converter*) dan BOD (*Brown-out Detection*) dengan durasi yang telah disediakan dalam *library* dan disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Dengan menggunakan *library Lightweight Low Power* konsumsi sumber daya dari setiap mode ditunjukkan pada Tabel 2.2. (Rocket Scream, 2011)

Tabel 2.2 Konsumsi Sumber Daya menggunakan *Lightweight Low Power*

MODE	WDT	ADC	BOD	T2	T1	T0	SPI	USART0	TWI	CURRENT
Idle	On	On	3648.0 μ A							
Idle	Off	On	On	3643.0 μ A						
Idle	Off	Off	On	On	On	On	On	On	On	*
Idle	Off	Off	On	Off	On	On	On	On	On	*
Idle	Off	Off	On	Off	Off	On	On	On	On	3618.0 μ A
Idle	Off	Off	On	Off	Off	Off	On	On	On	927.0 μ A
Idle	Off	Off	On	Off	Off	Off	Off	On	On	832.0 μ A
Idle	Off	Off	On	Off	Off	Off	Off	Off	On	789.0 μ A
Idle	Off	Off	On	Off	Off	Off	Off	Off	Off	687.0 μ A
ADC Noise Reduction	On	On	On	On	-	-	-	-	-	651.0 μ A
ADC Noise Reduction	Off	On	On	On	-	-	-	-	-	646.0 μ A
ADC Noise Reduction	Off	Off	On	On	-	-	-	-	-	*
ADC Noise Reduction	Off	Off	On	Off	-	-	-	-	-	584.0 μ A
Power Down	Off	Off	Off	-	-	-	-	-	-	1.7 μ A
Power Down	Off	Off	On	-	-	-	-	-	-	18.6 μ A
Power Down	Off	On	On	-	-	-	-	-	-	110.0 μ A
Power Down	On	On	On	-	-	-	-	-	-	113.9 μ A
Power Save	Off	Off	Off	Off	-	-	-	-	-	1.7 μ A
Power Save	Off	Off	Off	On	-	-	-	-	-	416.0 μ A
Power Save	Off	Off	On	On	-	-	-	-	-	435.0 μ A
Power Save	Off	On	On	On	-	-	-	-	-	527.0 μ A
Power Save	On	On	On	On	-	-	-	-	-	531.0 μ A
Standby	Off	Off	Off	-	-	-	-	-	-	201.7 μ A
Standby	Off	Off	On	-	-	-	-	-	-	218.5 μ A
Standby	Off	On	On	-	-	-	-	-	-	309.9 μ A
Standby	On	On	On	-	-	-	-	-	-	313.9 μ A
Extended Standby	Off	Off	Off	Off	-	-	-	-	-	202.2 μ A
Extended Standby	Off	Off	Off	On	-	-	-	-	-	416.0 μ A
Extended Standby	Off	Off	On	On	-	-	-	-	-	436.0 μ A
Extended Standby	Off	On	On	On	-	-	-	-	-	527.0 μ A
Extended Standby	On	On	On	On	-	-	-	-	-	531.0 μ A

2.2.2 NRF24L01

NRF24L01 adalah modul komunikasi yang dapat digunakan untuk keperluan pengiriman ataupun penerimaan data secara *wireless*. Modul ini memanfaatkan gelombang frekuensi radio antara 2.4GHz-2.5Ghz keunggulan pengiriman data dengan gelombang radio ialah jangkauannya yang lebih luas jika dibandingkan dengan menggunakan *bluetooth*. Modul ini juga dapat mendukung antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interfaces*). Terdapat 8 buah pin pada modul ini, di antaranya: VCC (3,3 volt), GND, CSN, CE, MOSI, MISO, SCK dan IRQ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. (ASA, 2007)



Gambar 2.5 Pin pada nRF24L01

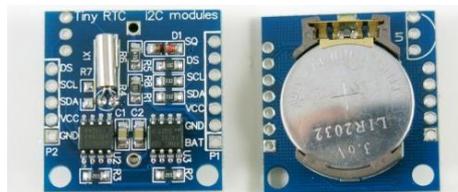
Sumber :

<http://www.tinyosshop.com/image/cache/data/wireless/2.4g/nRF24L01+%20-4-800x800.jpg>

2.2.3 Modul RTC (*Real Time Clock*) DS1307

Modul RTC (*Real Time Clock*) adalah sebuah rangkaian elektronika yang menyediakan informasi waktu sesuai dengan waktu nyata seperti pada Gambar 2.6. Modul ini dilengkapi dengan baterai cadangan yang digunakan jika terdapat kegagalan catu daya. Modul RTC DS1307 memiliki fitur sebagai berikut :

1. Menyediakan waktu dan penaggalan dalam format BCD (*Desimal Coded Decimal*).
2. Menggunakan serial *Two-wire* (I2C) sebagai komunikasi.
3. Konsumsi daya kurang dari 500mA menggunakan baterai cadangan dengan penggunaan osilator.



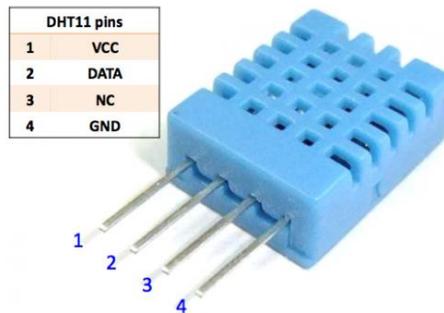
Gambar 2.6 Modul RTC

Sumber :

http://www.pazhelec.com/index.php?route=product/product&product_id=1507

2.2.4 DHT11 *Temperature and Humidity Sensor*

DHT11 *Temperature & Humidity Sensor* merupakan sebuah modul sensor yang dapat mengakuisisi data *sensing* berupa suhu maupun kelembaban udara dengan sinyal keluaran *digital*. DHT11 memiliki sensitivitas rentang operasi suhu 0°C hingga 50°C dengan toleransi $\pm 2^\circ\text{C}$, sedangkan untuk sensitivitas rentang operasi kelembabannya 20% RH hingga 90% RH dengan toleransi $\pm 5\%$ RH. DHT11 bekerja dengan tegangan 3,5 V sampai 5 V dan rata-rata arus 0,2 mA. Proses komunikasi pada modul sensor DHT11 menggunakan komunikasi serial *single-bus*, yang mana pada setiap proses komunikasi dengan mikrokontroler berdurasi 4ms dengan panjang pengiriman data 40 bit. Pin pada DHT11 ditunjukkan pada Gambar 2.7. (D-Robotics, 2010)

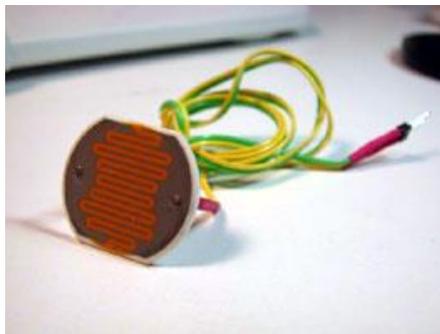


Gambar 2.7 Pin Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Sumber : <http://domoticx.com/wp-content/uploads/DHT11-Pinout.png>

2.2.5 Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*)

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansi apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Pada sensor ini perubahan nilai resistansi bergantung pada intensitas cahaya yang diterima, sensor ini sering disebut dengan resistor yang peka terhadap cahaya. Nilai resistansi sensor tersebut apabila ditempatkan di tempat gelap umumnya mencapai 1 M Ω , dan jika di tempat terang resistansinya akan turun menjadi sekitar 400 Ω . Data *output* sensor LDR berupa sinyal analog yang dapat di proses oleh mikrokontroler. Gambaran terkait sensor LDR ditunjukkan pada Gambar 2.8. (Sunrom, 2008)



Gambar 2.8 Sensor Cahaya LDR

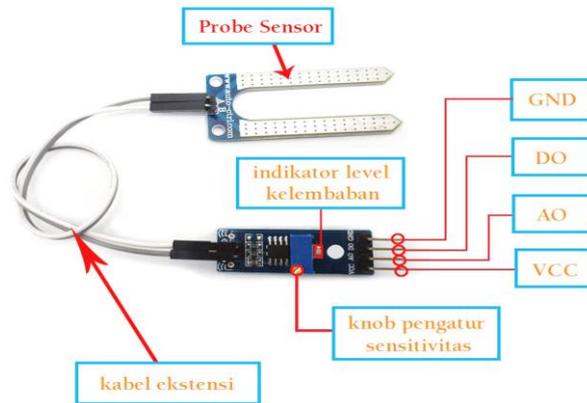
Sumber :

<http://learning.media.mit.edu/projects/gogo/documents/images/LDR.jpg>

2.2.6 Soil Moisture Sensor

Soil Moisture Sensor merupakan sensor kelembaban tanah yang terdiri dari dua buah elektroda, sensor tersebut berfungsi untuk membaca kelembaban tanah yang ada di sekitarnya. Secara garis besar cara kerja dari sensor ini yakni dengan melewatkan arus di antara dua elektroda melalui media tanah dan resistansi terhadap arus yang dilewatkan dapat menentukan nilai kelembaban tanah. Jika tanah memiliki kadar air lebih banyak maka arus yang dilewatkan akan semakin besar, dan sebaliknya apabila tanah kurang memiliki kadar air maka arus yang dilewatkan akan semakin kecil. *Soil Moisture Sensor* memiliki keluaran berupa

analog maupun digital. Pada Gambar 2.9 merupakan gambaran komponen serta pin yang ada pada *soil moisture sensor*.



Gambar 2.9 Pin pada *Soil Moisture Sensor*

Sumber :

https://tutorkeren.com/sites/default/files/gambar_inline/soil_sensor.jpg