

Rancang Bangun *Quadropod Robot* Berbasis ATmega1280 Dengan Desain Kaki Kembar

I Wayan Dani Pranata*), Ida Bagus Alit Swamardika, I Nyoman Budiastira
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta 80361, Bali
*) email: dani_pranata92@yahoo.co.id

Abstrak — *Quadropod Robot* merupakan salah satu jenis robot yang bergerak menggunakan kaki. Jumlah kaki yang digunakan sebanyak 4 buah. Masing-masing kaki memiliki 3 derajat kebebasan. *Quadropod Robot* ini memiliki bentuk tubuh yang simetris dan desain kaki kembar serta memiliki kemampuan merubah orientasi depan robot menjadi salah satu sisi dari keempat sisinya. Sehingga dapat berbelok ke arah lain dengan cepat. Kemampuan tersebut merupakan salah satu kelebihan *Quadropod Robot* dibandingkan dengan robot berkaki lainnya. ATmega1280 digunakan sebagai kontroler utama karena memiliki 4 buah timer 16 bit yang masing-masing dapat digunakan untuk mengontrol pergerakan keempat kaki *Quadropod Robot*. Motor servo HS-225MG dan HS-645MG digunakan sebagai penggerak dari setiap kakinya karena memiliki torsi yang cukup besar untuk menggerakkan *Quadropod Robot*. Sumber energi listrik yang digunakan berasal dari baterai LiPo 2 sel 2500mAh yang kemudian diregulasikan menjadi tegangan 5 V_{DC} dengan arus maksimum mencapai 3 amper.

Kata Kunci – *Quadropod Robot*, Mikrokontroler, ATmega1280

I. PENDAHULUAN

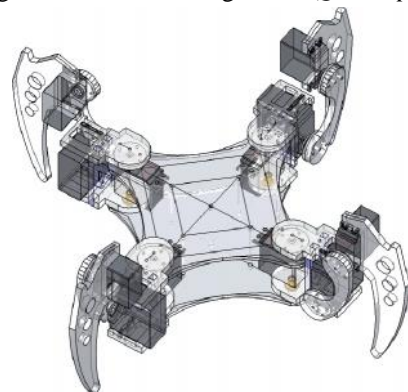
Teknologi robot merupakan salah satu teknologi yang saat ini sangat marak dikembangkan oleh berbagai kalangan mulai dari industri, pelajar, maupun perorangan. Robot sudah banyak digunakan sebagai alat untuk membantu maupun menggantikan berbagai pekerjaan manusia sehingga bentuk fisik maupun software robot sangat beragam, tergantung dari jenis dan tingkat kesulitan pekerjaan yang akan dilakukan oleh robot.

Salah satu jenis robot yang sedang marak dikembangkan adalah robot berkaki, *Quadropod Robot* merupakan salah satu robot berkaki yang memiliki jumlah kaki sebanyak 4 buah, masing-masing kaki *Quadropod Robot* memiliki 3 buah derajat kebebasan, setiap derajat kebebasan dikendalikan dengan menggunakan sebuah motor servo. *Quadropod Robot* atau robot berkaki lainnya memiliki keunggulan dibandingkan dengan robot yang bergerak menggunakan roda yaitu dapat melalui permukaan yang tidak rata atau berbatu, namun untuk dapat melakukan hal tersebut harus dirancang suatu sistem kontrol yang dapat mengontrol setiap kaki *Quadropod Robot* agar dapat bergerak pada posisi yang benar secara bersamaan sehingga dapat berjalan dengan stabil.

II. DASAR TEORI

4.1 *Quadropod Robot*

Quadropod Robot mempunyai 4 buah kaki pada masing-masing kaki memiliki 3 DoF (*Degree of Freedom*) atau 3 derajat kebebasan, setiap derajat kebebasan atau sendi yang dimiliki digerakan dengan menggunakan motor servo. Bentuk kerangka *Quadropod Robot* secara keseluruhan dibuat berbentuk persegi yang memiliki 4 sisi yang sama. Bentuk empat kaki yang dimiliki juga dibuat sama dari bentuk hingga peletakan motor servo pada persendiannya. Gambar 1 merupakan gambar bentuk kerangka dari *Quadropod Robot*.



Gambar 1 Bentuk Fisik *Quadropod Robot*

Pada gambar 1 terlihat bahwa kerangka yang dimiliki berbentuk persegi atau memiliki bentuk yang sama disetiap sisinya, serta 4 buah kaki yang juga memiliki bentuk yang sama. Desain tersebut memungkinkan *Quadropod Robot* untuk dapat merubah orientasi sisinya ketika akan berbelok kearah kiri, kanan dengan sudut mendekati 90° atau berbalik kearah belakang dengan sudut mendekati 180°. Sehingga dengan kemampuan merubah orientasi tersebut, *Quadropod Robot* dapat berbelok dengan sudut mendekati 90° maupun berbalik dengan sudut mendekati 180° dengan waktu yang singkat dan dengan jumlah gerakan yang sedikit.

Dibandingkan dengan robot berkaki dengan jumlah kaki lebih sedikit, keseimbangan *Quadropod Robot* saat berjalan lebih mudah untuk dijaga. Dengan demikian algoritma untuk membuat robot menjadi seimbang ketika berjalan, akan lebih mudah. Namun tentunya dengan jumlah kaki lebih sedikit dimensi dari robot dapat menjadi lebih kecil.

Dibandingkan robot yang memiliki jumlah kaki lebih banyak, jumlah motor servo yang dikendalikan secara bersamaan pada *Quadropod Robot* lebih sedikit, sehingga memerlukan lebih sedikit *port* output untuk mengendalikan motor servo yang digunakan, serta energi listrik yang digunakan juga lebih sedikit. Pada robot dengan jumlah kaki lebih banyak dari empat buah, memiliki keseimbangan yang lebih mudah untuk dijaga ketika berjalan. Namun algoritma program yang digunakan untuk menggerakkan kaki-kakinya menjadi lebih banyak, karena lebih banyak motor servo yang harus dikendalikan secara bersamaan.

4.2 ATmega1280

ATmega1280 merupakan *IC microcontroller 8 bit* yang merupakan produksi dari *Atmel Corporation*. Bentuk fisik dari ATmega1280 berupa *IC SMD (Surface-Mount Device)* yang memiliki 100 buah kaki yang dikemas dalam bentuk *Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)*. ATmega1280 memiliki beberapa fasilitas pendukung yang tepat digunakan sebagai kontroler multi servo untuk *Quadropod Robot* yaitu 4 buah *timer 16 bit* untuk mengontrol masing-masing kaki *Quadropod Robot*, *128 Kilo Byte* memori yang dapat diprogram, kecepatan eksekusi program per detik sebesar *16 MIPS (million instructions per second)* sehingga dapat menjalankan instruksi yang telah diprogram, dengan sangat cepat. Gambar 2 merupakan bentuk fisik dari ATmega1280.

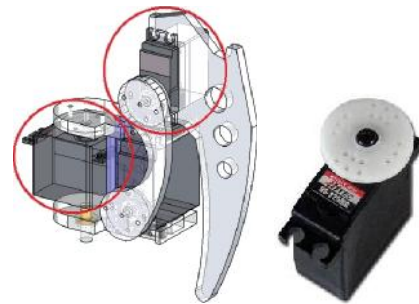


Gambar 2 Bentuk Fisik ATmega1280

Ukuran panjang dan lebar ATmega1280 adalah 16mm x 16mm, ukurannya yang kecil dapat memperkecil ukuran rangkaian minimum sistem yang digunakan [1].

4.3 Motor Servo HS-225MG

Servo HS-225MG merupakan servo analog yang memiliki torsi sebesar 3,9 kg.cm jika menggunakan tegangan sumber sebesar 4,8 volt, dan 4,8 kg.cm jika menggunakan tegangan sumber sebesar 6 volt. Selain torsi yang memadai, servo HS-225MG juga telah menggunakan metal gear dan dilengkapi dengan *ball bearing* dan *oilite bushing* sehingga memiliki daya tahan yang cukup terhadap penggunaan dalam jangka waktu yang cukup lama. Pada *Quadropod Robot* menggunakan 2 buah servo HS-225MG pada masing-masing kaki, sehingga total servo HS-225MG yang digunakan adalah sebanyak 8 buah. Gambar 3 merupakan posisi peletakan servo HS-225MG pada kaki *Quadropod Robot*, dan bentuk fisik servo HS-225.



Gambar 3 Posisi penempatan servo HS-225MG dan bentuk fisik servo HS-225MG

Servo HS-225MG diletakan pada bagian sendi yang memiliki tanggungan beban tidak terlalu berat.

4.4 Motor Servo HS-645MG

Servo HS-645MG hampir sama dengan servo HS-225MG yang merupakan servo analog namun servo HS-645MG memiliki torsi yang lebih besar yaitu sebesar 7,7 kg.cm jika menggunakan tegangan sumber sebesar 4,8 volt, dan 9,6 kg.cm jika menggunakan tegangan sumber sebesar 6 volt. Selain torsi yang memadai, servo HS-645MG juga telah menggunakan metal gear dan dilengkapi dengan *ball bearing* dan *oilite bushing* sehingga memiliki daya tahan yang cukup terhadap penggunaan dalam jangka waktu yang cukup lama. Pada *Quadropod Robot* menggunakan 1 buah servo HS-645MG pada masing-masing kaki, sehingga total servo HS-645MG yang digunakan adalah sebanyak 4 buah. Gambar 4 merupakan posisi peletakan servo HS-645MG pada kaki *Quadropod Robot*, dan bentuk fisik dari servo HS-645MG.

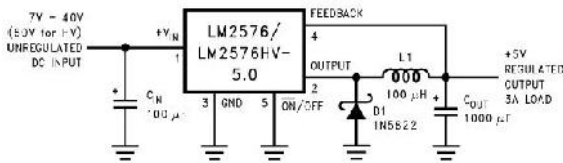


Gambar 4 Posisi penempatan servo HS-645MG dan bentuk fisik servo HS-645MG

Servo HS-645MG diletakan pada bagian sendi yang memiliki tanggungan beban yang lebih berat dari tanggungan beban servo HS-225MG.

4.5 IC Regulator LM2576

IC Regulator LM2576 merupakan IC penyetabil tegangan yang akan menghasilkan tegangan *output* kurang lebih 5 volt dengan arus *output* maksimum mencapai 3 ampere, tegangan *input* yang dapat digunakan berkisar antara 7 volt hingga 40 volt. Untuk dapat menggunakan IC regulator LM2576 harus menggunakan rangkaian tambahan agar hasil regulasi tegangan menjadi optimal. Gambar 5 merupakan rangkaian tambahan yang dapat digunakan untuk IC regulator LM2576.

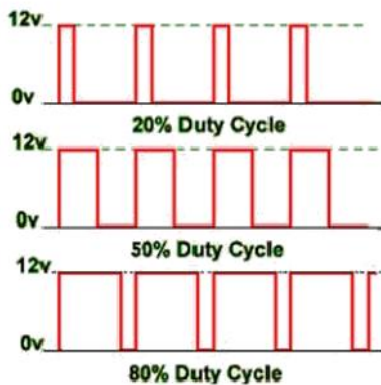


Gambar 5 Rangkaian tambahan untuk IC regulator LM2576

Tegangan *output* yang dihasilkan akan digunakan sebagai catu daya untuk semua motor servo yang digunakan. Untuk masing-masing kaki *Quadropod Robot* digunakan 2 buah IC regulator LM2576 yang *input* dan *output*nya dipasang secara paralel sebagai catu daya tiga buah motor servo yang ada pada masing-masing kaki, dengan kata lain catu daya total yang diberikan untuk ketiga motor servo di setiap kaki adalah sebesar 5 volt 6 ampere. Total keseluruhan IC LM2576 yang digunakan adalah sebanyak 8 buah.

4.6 PWM (*Pulse Width Modulation*)

Merupakan suatu sinyal dengan bentuk persegi dengan frekwensi dan amplitudo yang tetap namun dapat memiliki perbandingan pulsa *high* dan pulsa *low* yang bervariasi. Besarnya nilai suatu PWM biasanya dinilai dengan satuan *duty cycle* yang merupakan perbandingan antara pulsa *high* dan pulsa *low* dalam satu gelombang. PWM dengan *duty cycle* 50% berarti periode pulsa *high* sama dengan periode pulsa *low* pada satu gelombang. Gambar 6 merupakan bentuk pulsa PWM dengan 3 jenis *duty cycle*.



Gambar 6 *Duty Cycle* PWM

III. METODE PERANCANGAN

3.1 Spesifikasi Sistem

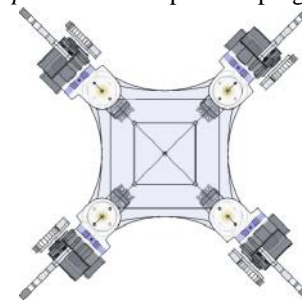
Kebutuhan sistem pada rancang bangun *Quadropod Robot* berbasis ATmega1280 dengan desain kaki kembar ini adalah kerangka *Quadropod Robot* sebagai *plant*, rangkaian *minimum system* ATmega1280 sebagai *servo controller*, dan rangkaian power regulato sebagai penyetabil tegangan *output*.

3.2 Perancangan dan Implementasi Perangkat Keras

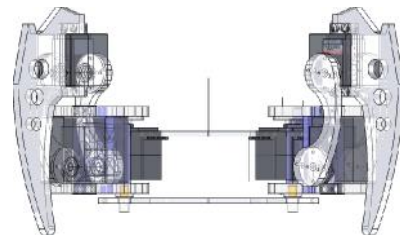
Perancangan perangkat keras untuk rancang bangun *Quadropod Robot* dibagi menjadi dua bagian yaitu pembuatan sistem mekanik kerangka *Quadropod Robot* yang akan digunakan sebagai *plant* dan perancangan sistem elektronik.

1. Perancangan Sistem Mekanik Kerangka *Quadropod Robot*

Sistem mekanik kerangka *Quadropod Robot* yang akan digunakan sebagai *plant* dibuat dengan menggunakan *acrylic* putih dengan ketebalan 5mm hingga 6mm, bentuk fisik dari keseluruhan kerangka *Quadropod Robot* jika dilihat dari atas tampak simetris, hal tersebut bertujuan untuk menunjang kemampuan berubah orientasi sisi yang dimiliki oleh *Quadropod Robot*. Desain bentuk dari keempat kerangka kaki yang digunakan adalah sama, hal tersebut bertujuan untuk memudahkan algoritma pemrograman untuk menggerakkan kaki *Quadropod Robot*. Gambar 7 merupakan gambar kerangka *Quadropod Robot* yang tampak simetris jika dilihat dari sisi atas. Sedangkan gambar 8 merupakan bentuk kerangka *Quadropod Robot* tampak samping.



Gambar 7 Desain mekanik *Quadropod Robot* tampak atas

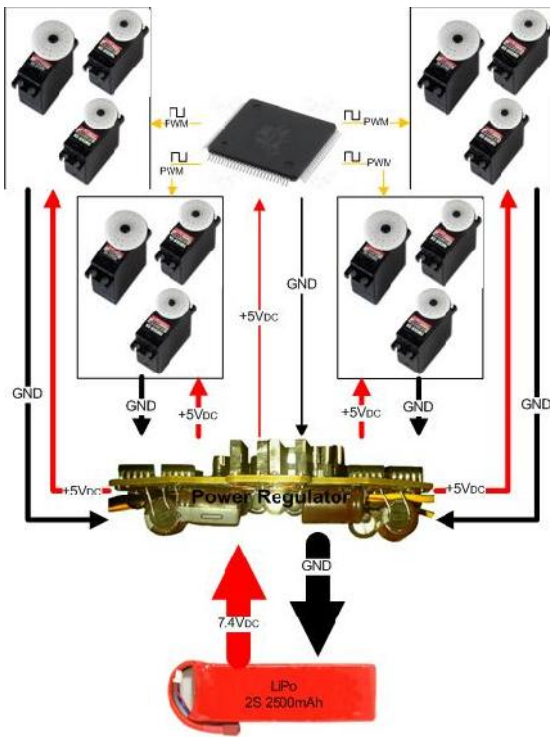


Gambar 8 Desain mekanik *Quadropod Robot* tampak samping

2. Perancangan Sistem Elektronik

Perancangan sistem elektronik *Quadropod Robot* terdiri dari 2 bagian yaitu rangkaian power dan rangkaian kontrol. Rangkaian power berfungsi memberikan daya untuk rangkaian kontrol. Pada rangkaian power terdapat beberapa rangkaian penstabil tegangan yang akan memberikan catu daya ke setiap kaki dan rangkaian kontrol. Terdapat 2 nilai tegangan teregulasi yang dihasilkan oleh rangkaian power, yaitu tegangan teregulasi 5 volt 6 ampere untuk catu daya servo untuk 1 kaki, dan tegangan teregulasi 5 volt 1 ampere untuk rangkaian kontrol.

Pada rangkaian kontrol terdiri dari rangkaian minimum sistem ATmega1280 dan sebuah rangkaian regulator tegangan cadangan apabila rangkaian kontrol akan dijalankan secara terpisah dengan rangkaian power. ATmega1280 memiliki 4 buah *timer 16 bit* yang dapat digunakan untuk mengendalikan 4 buah kaki *Quadropod Robot* dengan 12 motor servo secara bersamaan, sehingga ATmega1280 dipilih untuk mengontrol *Quadropod Robot*.



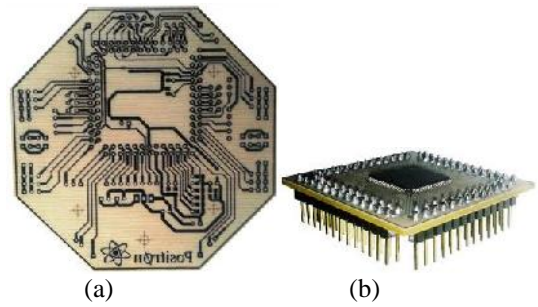
Gambar 9 Rancangan Sistem Elektronik *Quadropod Robot*

Pada gambar 9 terlihat perbedaan ketebalan garis hitam dan merah, hal tersebut menandakan tingkat konsumsi daya dari komponen terkait. Warna garis menyatakan jenis sinyal atau jenis tegangan yang diberikan. Warna merah menandakan bahwa jenis tegangan yang diberikan adalah tegangan DC (*Direct Current*) dengan besar $7,4V_{DC}$ yang diambil dari baterai LiPo 2 cell dengan kapasitas 2500mAh untuk tegangan yang belum diregulasi, dan $5V_{DC}$ untuk tegangan yang sudah diregulasi. Warna hitam menandakan bahwa jalur tersebut memiliki tegangan $0V_{DC}$ atau GND (*Ground*). Warna kuning menandakan bahwa *output* yang diberikan berupa PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dibangkitkan oleh ATmega1280 untuk mengatur pergerakan motor servo.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PCB (*Printed Circuit Board*)

Quadropod Robot menggunakan 2 buah PCB utama dan 1 buah PCB bantu. PCB utama terdiri dari PCB minimum sistem ATmega1280 dan PCB Power Regulator, sedangkan PCB bantu adalah PCB soket ATmega1280 yang berfungsi untuk memudahkan proses mengganti IC ATmega1280 yang rusak dengan IC ATmega1280 yang baru tanpa harus merubah atau melakukan proses penyolderan terhadap PCB minimum sistem ATmega1280, karena hanya perlu mengganti IC ATmega1280 dan PCB soketnya. Jenis PCB yang digunakan adalah jenis *fiber single side*, karena PCB jenis *fiber* lebih kokoh dan memiliki lapisan tembaga yang lebih tebal dan melekat kuat dengan papan *fiber*-nya. Gambar 10a merupakan gambar PCB minimum sistem ATmega1280, dan gambar 10b merupakan gambar soket PCB untuk ATmega1280.



Gambar 10 PCB (a) PCB Minimum Sistem ATmega1280. (b) PCB Soket ATmega1280

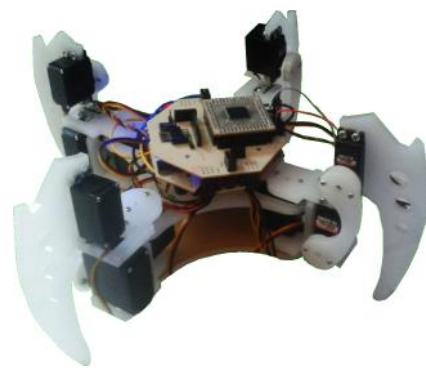


Gambar 11 Keseluruhan Rangkaian Elektronik *Quadropod Robot*

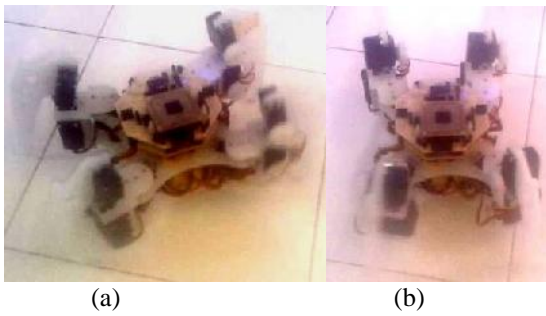
Gambar 11 merupakan bentuk keseluruhan rangkaian elektronik yang digunakan pada *Quadropod Robot*. PCB bagian atas merupakan PCB minimum sistem ATmega1280 dan PCB bagian bawah merupakan PCB Power Regulator, keduanya tidak dihubungkan dengan menggunakan kabel, namun dengan menggunakan *header pin* dan soket *female header*, hal tersebut bertujuan untuk mengurangi penggunaan kabel yang rentan putus, sekaligus berfungsi sebagai penopang PCB minimum sistem ATmega1280 agar tetap pada posisinya.

4.2 *Quadropod Robot*

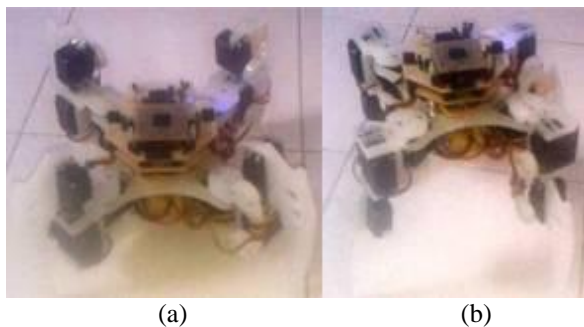
Gambar 11 merupakan bentuk fisik *Quadropod Robot* yang sudah disatukan dengan semua bagian elektroniknya. Gambar 12 sampai dengan gambar 15 merupakan beberapa posisi kaki *Quadropod Robot* saat berjalan atau saat melakukan beberapa gerakan.



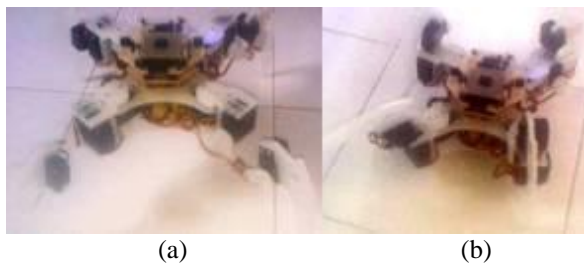
Gambar 12 Bentuk Fisik *Quadropod Robot*



Gambar 13 Posisi Kaki *Quadropod Robot*. (a)Berjalan ke Depan. (b)Berjalan ke Samping



Gambar 14 Posisi Kaki *Quadropod Robot*. (a)Posisi Standby. (b)Berdiri Maksimum



Gambar 15 Posisi Kaki *Quadropod Robot*. (a)Berdiri Medium. (b)Berdiri Dengan 3 Kaki

V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun *Quadropod Robot* dengan kontroler ATmega1280 dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Desain kerangka *Quadropod Robot* dengan bentuk simetris pada semua sisinya, serta desain kaki kembar memungkinkan *Quadropod Robot* untuk melakukan perubahan orientasi sisi dengan mudah serta memudahkan dalam pembuatan algoritma pergerakan kaki *Quadropod Robot*.
2. Kemampuan dalam melakukan perubahan orientasi sisi yang dimiliki *Quadropod Robot* dapat mempercepat gerakan berbelok pada sudut 90° dan 180° yang merupakan salah satu kelebihan yang dimiliki *Quadropod Robot* dibandingkan robot berkaki dengan jumlah kaki lainnya
3. ATmega1280 memiliki 4 buah timer 16 bit yang dapat digunakan sebagai pengontrol 12 motor servo yang digunakan pada *Quadropod Robot* secara bersamaan sehingga dapat mendukung pergerakan yang lebih harmonis dan stabil.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1], 2012, *8-bit Atmel Microcontroller with 64K/128K/256K Bytes In System Programmable Flash*, ATMEL Corporation, <http://www.atmel.com/images/doc2549.pdf>, (diakses tanggal 8 Oktober 2013).
- [2] Andrianto Heri, 2008, "*Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C [CodeVision AVR]*," Bandung : Informatika Bandung
- [3] M.Ary Heryanto,ST dan Ir.Wisnu Adi P, 2007,"*Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega8535*," Penerbit Andi.
- [4] Sidik Nurcahyo, 2012, "*Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel*," Penerbit Andi

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan