

SISTEM KENDALI PENGUNGKIT TUTUP PADA PROSES *RECYCLE* TINTA SPIDOL *WHITEBOARD*

M. Khairudin, R.A. Widakdo

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo no.1 Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp 0274 548161
Email: moh_khairudin@yahoo.com

Abstrak

Sistem kendali pada proses recycle tinta spidol whiteboard bertujuan untuk melakukan kendali proses pembukaan dan penutupan pada tutup spidol bagian belakang. Pasca pembukaan otomatis selanjutnya akan dilakukan pengisian ulang (recycle) tinta spidol whiteboard. Alat ini bertujuan untuk dapat menjepit serta mengangkat tutup spidol menggunakan sistem ulir yang digerakkan oleh motor secara otomatis. Pengendalian motor menggunakan rangkaian mikrokontroler. Perangkat keras sistem terdiri atas rangkaian mikrokontroler, driver motor, motor DC, catu daya dan mekanik untuk pembuka dan penutup spidol. Dengan demikian diharapkan sistem ini dapat membantu proses pembukaan dan penutupan tutup spidol secara otomatis. Hasil unjuk kerja sistem pengungkit tutup pada proses recycle tinta spidol whiteboard menunjukkan kinerja yang tepat. Waktu yang dibutuhkan untuk pembukaan dan penutupan tutup spidol selama 52 detik dan memiliki rata-rata persentase kesalahan waktu sebesar 2.11 %.

Kata kunci: *pengisian; recycle; sistem kendali; spidol; whiteboard*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi telah terjadi dengan pesat pada Proses belajar mengajar (PBM) tingkat Sekolah Dasar hingga Universitas. Media pendidikan sudah memanfaatkan kemajuan teknologi, dari mulai papan tulis hitam dengan alat tulis kapur hingga *panaboard* untuk menunjang multimedia (Dhany Iswara, 2013). Kontribusi media belajar sangat besar dalam kesuksesan belajar siswa, Piran Wiroatmojo dan Sasonohardjo (2002) memaparkan peran penggunaan indera mata dalam belajar mencapai 82%, pendengaran 11%, peraba 3,5%, perasa 2,5% dan penciuman 1%. Oleh karena itu untuk meningkatkan kompetensi siswa diperlukan media *whiteboard* dengan alat tulis spidol untuk memaparkan materi pelajaran. Sunaryo, dkk (2012) menyebutkan fungsi media pembelajaran dalam PBM adalah untuk : (1) memperjelas penyajian pesan agar tidak bersifat verbalistik, (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera, (3) menghilangkan sikap pasif pada subjek belajar, (4) membangkitkan motivasi pada subjek belajar.

Media pembelajaran berupa papan tulis mengalami perkembangan mulai dari papan tulis hitam putih kemudian muncul *whiteboard* dan yang terkini adalah *panaboard* (Dhany Iswara, 2013). Dengan media *whiteboard* para pengajar lebih dimudahkan dalam menuliskan materi serta lebih sehat secara ergonomi dibandingkan papan tulis hitam dengan alat tulis kapur yang banyak menghasilkan polusi. Tentunya dengan media *whiteboard* PBM di kelas akan berlangsung jika terdapat alat tulis spidol. Namun alat tulis spidol ini masih memiliki kelemahan yang sampai saat ini menjadikan PBM terganggu, contohnya jika isi tinta dari spidol habis maka spidol harus diganti dengan yang baru atau mengisi ulang tinta secara manual yang memakan waktu. Untuk itu perlu dibuat alat yang dapat mengisi tinta spidol secara otomatis. Dengan begitu pengajar tidak perlu membawa spidol dengan jumlah banyak atau pengajar harus repot menukarkan spidol dengan yang baru.

Berdasarkan masalah tersebut maka pada makalah ini menyajikan desain sistem kendali pengungkit tutup pada proses *recycle* tinta spidol *whiteboard*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega 16 sebagai pengolah data dan kendali utama dalam melakukan proses pengungkitan tutup spidol. Dengan sistem ini diharapkan PBM akan berjalan lebih lancar karena proses *recycle* tinta spidol *whiteboard* dilakukan secara otomatis di ruang kelas.

Proses *Recycle* Tinta Spidol

Pada awal munculnya spidol, proses pengisian ulang tinta belum dapat dilakukan karena desain mekanik spidol dengan tutup belakang masih sulit untuk dibuka kembali. Seiring berjalannya waktu dan berkembangnya perekonomian sekarang ini proses *recycle* isi ulang tinta spidol dapat dilakukan. Pada awalnya pengisian ulang tinta dilakukan cara manual. Proses manual ini dengan cara membuka tutup dan menuangkan tinta dengan tangan ke

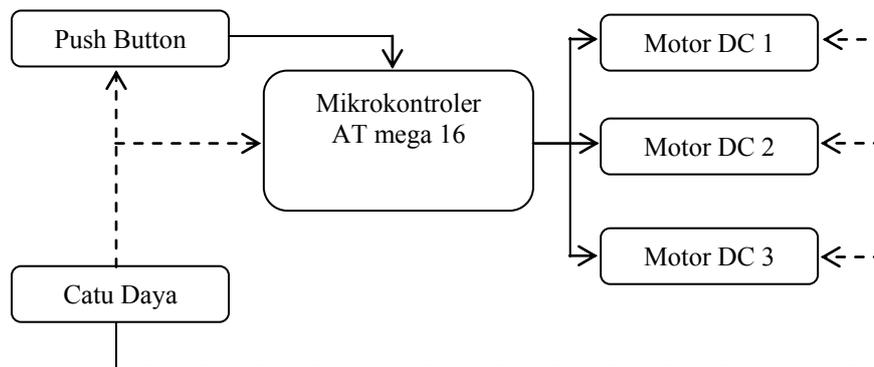
dalam batang spidol. Hal ini tentunya memiliki banyak kesulitan seperti pengisian tinta berlebih melebihi kapasitas yang menyebabkan meluapnya tinta dan membuat kotor. Halangan lain adalah sulitnya memberikan beberapa tetes tinta yang ideal agar tinta tepat penuh.

Proses pengembangan pengisian tinta spidol secara otomatis berbasis dengan mikrokontroler ATmega8535 yang dilengkapi fotodiode sebagai inputan kemudian LCD sebagai penampil jalannya proses pengisian (Budi Prasetyo, 2012). Namun sistem tersebut belum dilengkapi dengan alat pembuka dan penutup tutup belakang spidol sehingga prosesnya memakan waktu yang cukup lama jika dilakukan secara manual.

Pada makalah ini telah dirancang sistem kendali pengungkit tutup pada proses *recycle* tinta spidol *whiteboard*. Sistem ini terdiri dari catudaya, penggerak motor DC, driver motor DC, pengolah data mikrokontroler Atmega16, rangkaian saklar dan sistem mekanik. Pada bagian catudaya digunakan untuk mensuplai tegangan DC 12 volt dan 15 volt dengan menggunakan IC regulator IC LM7812 sebagai penyuplai mikrokontroler dan LM7815 sebagai penyuplai driver motor DC. Catudaya teregulasi dapat menghasilkan tegangan keluaran yang nilai tegangannya senantiasa selalu tetap setiap saat sesuai dengan yang diharapkan (Sunomo, 1996).

Bagian penggerak pengungkit tutup pada sistem ini menggunakan motor DC. Motor yang digunakan dengan tegangan kerja 12 volt. Motor DC ini digunakan sebagai aktuator atau penggerak ulir yang membuat besi penjepit maju-mundur. Proses kerja motor DC pada rancangan ini adalah memutar ulir yang terpasang satu poros untuk menggerakkan maju-mundur penjepit dengan selang waktu yang telah di-*setting*. Untuk menghubungkan motor DC dengan sistem pengolah data maka diperlukan driver. Driver motor DC pada sistem ini menggunakan sistem *H-Bridge*. Sistem *H-Bridge* yang dikemas dalam bentuk IC. mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid valve, motor DC, dan motor stepper. Dua rangkaian *H-Bridge* di dalam IC dapat digunakan untuk mengatur arah putaran dan kecepatan pada motor (Data sheet L298). Pada sistem ini menggunakan driver motor DC dengan *driver* L298. Driver motor DC dengan IC L298 ini digunakan sebagai pengendali arah putaran dan pengendali kecepatan motor DC. Dengan menggunakan rangkaian ini, putaran motor DC dapat diatur arah putarannya, sehingga dapat dijadikan sebagai penggerak maju-mundur besi penjepit tutup spidol dengan media ulir.

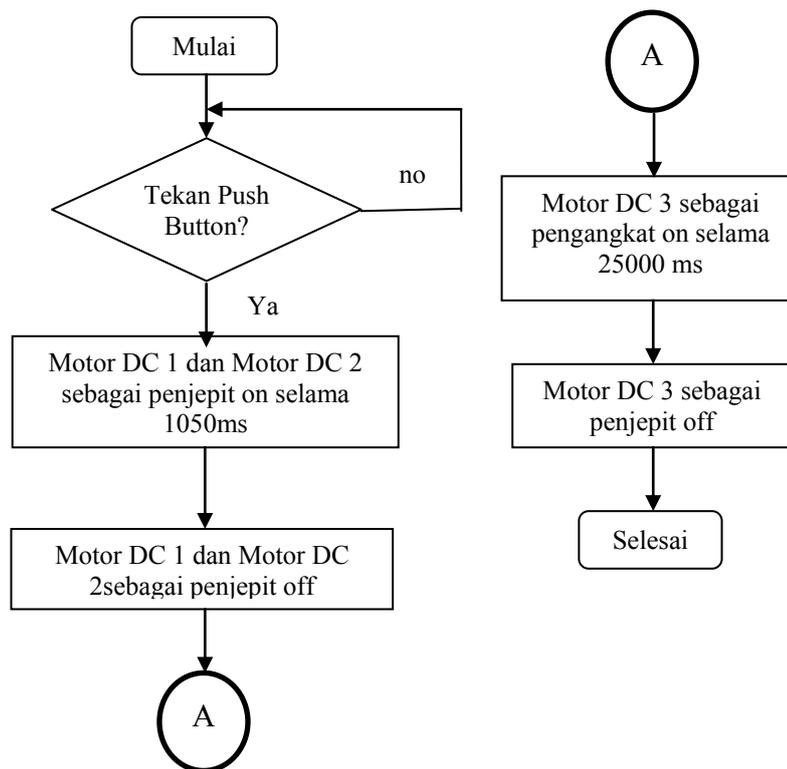
Adapun blok diagram skematik sistem kendali pengungkit tutup pada proses *recycle* tinta spidol *whiteboard* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Skematik sistem kendali pengungkit tutup pada proses *recycle* tinta spidol *whiteboard*

Prinsip kerja sistem pembuka dan penutup tutup spidol otomatis ini adalah apabila sistem telah dihubungkan dengan sumber, maka alat tersebut telah dalam kondisi *standby*. Selanjutnya operator (guru atau siswa) meletakkan spidol pada tempat penjepitnya (lihat Gambar 3). Untuk proses pembukaan tutup dengan memilih *push button* berlabel “buka”, maka motor DC 1 dan motor DC 2 akan bergerak menjalankan perintah yang bersumber dari mikrokontroler untuk dapat menjepit tutup spidol. Selanjutnya motor DC 3 akan bergerak sebagai pengangkat untuk melepas tutup spidol. Sedangkan proses penutupan tutup spidol dengan memilih *push button* berlabel “tutup” dengan proses yang berkebalikan dari proses pembukaan. Proses penutupan adalah motor DC 3 akan berputar arah sebaliknya sehingga turun dan memasukkan tutup spidol. Dilanjutkan dengan motor DC 1 dan motor DC 2 akan berputar berlawanan arah saat membuka sehingga penjepit akan melepas tutup spidol.

Selanjutnya dilakukan proses desain software. Desain software dilakukan dengan melalui penyusunan diagram alir. Diagram alir sistem kendali pengungkit tutup pada proses *recycle* tinta spidol *whiteboard* dalam pembuatan program dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram alir sistem pengungkit tutup pada proses *recycle* tinta spidol whiteboard proses membuka tutup

Gambar 3 berikut menunjukkan sistem pengungkit penutup spidol dalam proses *recycle* tinta spidol *whiteboard*. Gambar 3 menunjukkan proses menjepit tutup spidol yang pada proses selanjutnya akan dilakukan proses buka dari tutup spidol *whiteboard*.



Gambar 3. Foto pada saat Sistem Menjepit Spidol

Hasil dan Pembahasan

Pengujian *driver* motor DC L298 dilakukan untuk mengetahui tegangan *output driver* motor berdasarkan input logika dari sistem mikrokontroler. Adapun data pengujian *driver* motor DC L298 pada motor DC 1 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Kerja Driver Motor L298

No	Input						Output				Putaran Motor	
	I1	I2	En A	I3	I4	En B	O1	O2	O3	O4	M1	M2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Diam	diam
2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	Diam	diam
3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	Diam	diam
4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Diam	diam
5	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	CCW	diam
6	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	CW	diam
7	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	Diam	CCW
8	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	Diam	CW

Keterangan : 1 = High (H) CW = Clockwise

Berdasarkan hasil pengujian kinerja *driver* motor L298 pada motor DC 1 diatas, dapat dijelaskan bahwa (a) Bila I1 = 0, I2 = 0 dan En A = 0 maka motor 1 “diam” karena tidak mendapat input *high* pada input sehingga tidak terdapat beda potensial antara O1 dan O2. (b) Bila I1 = 1, I2 = 0 dan En A = 0 maka motor 1 masih “diam” karena walaupun input I1 mendapat logika *high*, namun En A tidak mendapat logika *high* sehingga menyebabkan *driver* motor tidak bekerja. (c) Bila I1= 1, I2 = 0 dan En A maka motor 1 berputar “berlawanan arah jarum jam (CCW)” yang disebabkan adanya beda potensial antara O1 dan O2, sehingga masing-masing adalah O1 = Vs dan O2 = 0. (d) Bila I1 = 0, I2 = 1 dan En B maka motor 1 berputar “searah jarum jam (CW)” yang disebabkan adanya beda potensial antara O1 dan O2, sehingga masing-masing adalah O1 = 0 dan O2 = Vs. Hal yang sama juga untuk motor 2 dan 3.

Selanjutnya dilakukan pengujian secara keseluruhan sistem. Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja sistem, waktu yang ditempuh, tegangan sesaat pada saat menjepit dan kecepatan putaran motor. Dengan menggunakan alat ukur multimeter, penggaris, *stopwatch/timer* didapatkan data hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Waktu

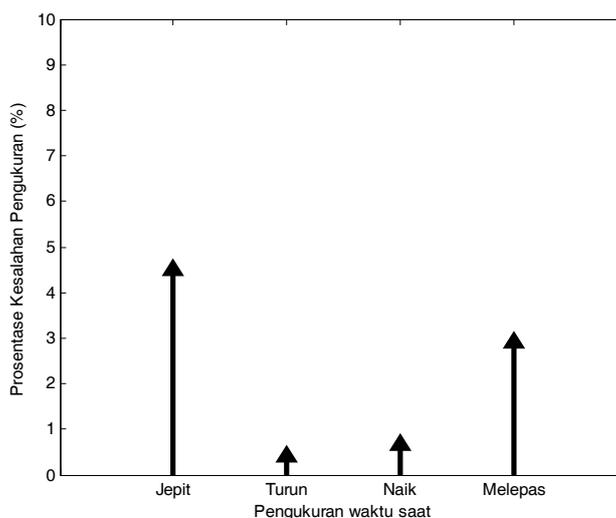
No	Kondisi	Hasil Pengukuran Waktu	Setting Waktu
1	Jepit	1100 ms	1050 ms
2	Naik	25110 ms	25000 ms
3	Turun	24160 ms	24000 ms
4	Melepas	1030 ms	1000 ms

Hasil pengujian pada Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa pengaturan *timer* telah sesuai dengan settingan dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Tentunya kesalahan pengukuran waktu dalam ukuran 0.10s masih dalam toleransi. Settingan waktu tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *trial error* sehingga didapat pengaturan waktu yang sesuai dengan sistem pembukaan dan penutupan tutup spidol.

Perbedaan kecepatan putar motor yang terjadi saat polaritas tegangan diubah mengakibatkan settingan waktu menjadi berbeda dengan asumsi bahwa pengaturan PWM tetap. Hal seperti ini terjadi karena motor DC menggunakan motor DC telah terpakai (*second*), sehingga kerja motor sudah tidak dapat maksimal. Apabila polaritas tegangan diubah maka kecepatan putaran motor berbeda. Selain itu perbedaan waktu yang terjadi antara *setting* waktu dengan pengukuran karena dalam mengolah data dari pengolah data IC ATmega 16 yang ditransfer menuju *driver* motor membutuhkan jeda waktu.

Sehingga dilakukan eksperimen untuk mendapatkan posisi ketinggian akhir penjepit kembali seperti saat posisi semula. Eksperimen dengan cara mengatur waktu tempuh pada saat naik dan saat turun yang didapatkan sebesar 25000 ms dan 24000 ms dilakukan dengan 5 (lima) kali ekperimen. Dengan demikian secara keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup tutup spidol selama 52 detik.

Perhitungan prosentase kesalahan antara hasil pengukuran dengan *setting* waktu yang ditampilkan oleh LCD sebagai output mikrokontroler dapat dicari dengan formula ($[\text{waktu hasil pengukuran} - \text{waktu setting awal}] / \text{waktu hasil pengukuran} \times 100 \%$) waktu) sehingga didapatkan hasil sesuai pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Prosentase Kesalahan Pengukuran Waktu

Berdasarkan Gambar 4 telah menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran waktu antara setting waktu dan pengukuran waktu menggunakan *stop watch* sangat kecil. Adapun rerata prosentase kesalahan pengukuran waktu operasi adalah $(4.50\% + 0.40\% + 0.66\% + 2.90\%)/4 = 2.11\%$. Hal ini menunjukkan bahwa rerata kesalahan pengukuran sangat kecil sehingga masih dalam batas toleransi.

Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja motor sebagai aktuator. Pengujian terhadap kinerja motor dilakukan dengan pengamatan terhadap tegangan motor. Tabel 3 menunjukkan kinerja motor dengan pengamatan terhadap tegangan kerja motor saat proses penjepitan dan pelepasan tutup spidol *whiteboard*. Pengamatan terhadap tegangan kerja motor DC 1 dan motor DC 2 menunjukkan adanya perubahan tegangan sesaat ketika batang besi penjepit mencapai maksimal ujung saat menjepit tutup spidol. Tegangan pada saat mulai menjepit 6.7 Vdc menjadi 3.6 Vdc. Hal tersebut juga dialami pada motor 2 dengan tegangan pada saat mulai menjepit 9.7 Vdc menjadi 3.6 Vdc.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tegangan Motor Saat Menjepit

Kondisi	Tegangan		
	Motor 1 (kiri)	Motor 2 (kanan)	Motor 3 (atas)
Jepit	6.7 Vdc menurun hingga 3.6 Vdc	9.7 Vdc menurun hingga 3.6 Vdc	13.4 Vdc
Melepas	5.5 Vdc	6.6 Vdc	13. Vdc

Adapun analisa terhadap jarak tempuh lengan penjepit pada saat proses penjepitan dan proses pelepasan tutup spidol *whiteboard* dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 juga menunjukkan data kecepatan motor DC 1 dan motor DC 2 saat melakukan proses penjepitan dan pelepasan tutup spidol *whiteboard*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kcepatan Putaran Motor Penjepit

No	Jarak Tempuh		Putaran Motor	
	Motor 1 (kiri)	Motor 2 (kanan)	Motor 1 (kiri)	Motor 2 (kanan)
1	1 cm	1 cm	0.1 rpm	0.1 rpm

Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan variabel jarak tempuh batang besi penjepit ulir, waktu tempuh 1 detik, dan diameter ulir dengan 6mm, maka dapat dihitung secara teoritis besarnya putaran motor adalah $\text{rpm} = (\text{jarak tempuh} \times \text{waktu tempuh} \times \text{diameter ulir}) / 60s$. Sehingga didapatkan $\text{rpm} = (1 \text{ cm} \times 1 \text{ detik} \times 6\text{mm}) / 60s = 0.1 \text{ rpm}$. Dengan nilai 0.1 rpm, motor DC 1 maupun motor DC 2 telah bekerja dengan tepat, hal ini dengan mempertimbangkan agar tidak terjadi slip putaran motor DC saat menjepit untuk proses membuka tutup spidol *whiteboard*. Kondisi optimal telah tercapai dengan spidol *whiteboard* dapat terbuka dan tertutup dalam waktu yang singkat.

Kesimpulan

Kinerja sistem pengisian *recycle* tinta spidol *whiteboard* berbasis mikrokontroler ATmega 16 bagian pembuka dan penutup spidol *whiteboard* mampu menjalankan sistem mekanik dengan tepat sesuai target. Hasil unjuk kerja sistem alat pengisian tinta spidol *whiteboard* menunjukkan kinerja yang baik. Waktu yang dibutuhkan untuk

pembukaan dan penutupan tutup spidol selama 52 detik dan memiliki rata-rata persentase kesalahan waktu pengukuran sebesar 2.11 %. Kondisi optimal sistem kendali pengungkit tutup spidol pada proses *recycle* tinta spidol *whiteboard* telah tercapai dengan spidol *whiteboard* dapat terbuka dan tertutup dalam waktu yang singkat. Kondisi optimal ini tunjukan dengan tidak adanya slip pada motor saat meakukan proses penjepitan untuk membuka dan menutup bagain penutup spidol *whiteboard*.

Daftar Pustaka

Dhany Iswara, (2013), "Perkembangan Papan Tulis," Kompasiana, Edisi 08 Oktober 2013.

Piran Wiroatmojo dan Sasonohardjo, (2002), "Media Pembelajaran," Jakarta, LAN RI.

Sunaryo S, Suyanto, Noto W, Suparman, Prapti K, Bada H, (2012), "Media Pembelajaran Teknologi dan Kejuruan," Fakultas Teknik, UNY.

Sunomo, (1996), "Elektronika II," Yogyakarta : IKIP Yogyakarta

Utomo Budi Prasetyo, (2012), "Alat Pengisi Spidol Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535," Proyek Akhir. Universitas Gunadarma.