

## KENDALI MESIN CUCI SATU TABUNG MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER AT89C51

**Moh. Umar Burhadudin<sup>1\*</sup>, Arif Johar Taufiq<sup>2</sup>, Latiful Hayat<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jl. Raya Dukuwaluh, Purwokerto.

\*Email: umar\_unang@yahoo.co.id

### Abstrak

*Repair by replace pada panel kontrol mesin cuci menimbulkan kesulitan tersendiri bagi pengguna tingkat akhir. Mikrokontroler AT89C51 murah banyak tersedia kota kecil dapat menjadi solusi yang murah dan layak untuk dibuat panel kontrol mesin cuci satu tabung top loading. Dengan dukungan port yang ada, sistem interupsi dan timer pada mikrokontroler tersebut cukup memadai untuk menangani beberapa mode kerja mesin cuci yang ada saat ini. Untuk merealisasikan tujuan yang diharapkan mesin cuci yang rusak dipetakan port dan cara kerjanya yang kemudian diprogram kerjakan dengan mikokontroler. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa perangkat ini bekerja dengan baik untuk mengontrol tugas-tugas pencucian pada mesin cuci satu tabung.*

**Kata kunci:** AT89C51, Kendali mesin cuci, Mesin cuci, Top loading, Repair by replace

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat menimbulkan kecenderungan hidup instan dan praktis. Terjangkaunya harga mesin cuci menjadikan peralatan ini menjadi gaya hidup yang secara ekonomis merupakan peluang pasar sekaligus tantangan bagi pelaku bisnis. Pada kenyataannya beberapa sisi penting pendukung produk mesin cuci sering luput dari pengamatan produsen. Beberapa suku cadang yang seharusnya mudah didapat demi menjaga dominasi produk dipasaran kadang tidak mudah didapatkan pada tingkat pengguna akhir. Untuk mendapatkan perangkat orisinil panel mesin cuci satu tabung pengguna seringkali harus memesan setidaknya satu hingga tiga bulan. Hal yang sama juga terjadi pada mesin cuci yang masih dalam masa garansi. Sementara untuk menggantinya dengan perangkat lainpun tidak tersedia. Perbaikan panel mesin cuci semacam ini agaknya menyulitkan para montir elektronika kerana perangkat ini didesain dengan sistem “*repair by replace*” yaitu perbaikan hanya memungkinkan dengan cara menggantinya dengan perangkat yang sama. Hal ini mengingat mayoritas komponen utama panel ini tidak dijual dipasaran secara bebas. Sementara harga per unit perangkat panel kontrol orisinil kadang tidak berpihak pada keuntungan montir mengingat harganya terbilang cukup mahal sehingga margin keuntungan yang diperoleh montir kecil demi terjangkauanya harga perbaikan.

Sebenarnya panel kontrol dapat dibuat dengan mudah dengan mikrokontroler AT89C51 yang harganya murah dan tersedia di kota kecil sekalipun untuk dirancang menggantikan panel kontrol mesin cuci satu tabung walaupun tidak bisa menyamai produk aslinya. Dengan demikian montir dapat menekan harga perbaikan sehingga penetapan harga akhir menjadi realistis bagi konsumen.

Hal lain yang menjadi keuntungan pembuatan panel kontrol adalah mengingat hampir semua merk mesin cuci memiliki sistem kerja yang sama dan hanya pada beberapa fitur tidak standar terjadi perbedaan. Dengan demikian sebuah panel kontrol akan dapat digunakan pada semua tipe mesin cuci yang berarti tingkat utilitas panel kontrol ini sangat luas, ekonomis, dan solutif bagi permasalahan riil pada dunia teknik khususnya perbaikan mesin mesin cuci satu tabung.

## 2. METODOLOGI

Untuk merealisasikan panel kontrol mesin cuci satu tabung ini maka cara yang dilakukan adalah mengetahui secara umum tahap-tahap pencucian. Kemudian mengidentifikasi terminal yang menghubungkan bagian-bagian yang harus dikontrol. Membuat antarmuka yang diperlukan dan memprogram kesatuan proses pencucian yang ditanamkan dalam mikrokontroler AT89C51. Berikutnya adalah evaluasi pengamatan dan perbaikan sampai sempurna.

Mesin cuci tutup atas memiliki tipe pengisian air dengan posisi lebih atas dari tabung pencuci. Hal ini memungkinkan bagi mesin cuci tidak menggunakan pompa pengisian melainkan menggunakan kran melalui keuntungan mekanis dari perbedaan elevasi. Kran yang digunakan umumnya berupa katup *solenoid* ataupun menggunakan pompa yang bekerja secara *on/off* lewat kendali panel kontrol.

Sistem kerja dari mesin cuci dapat dijelaskan dalam urutan kerja:

1. Pakaian kotor dimasukkan kedalam *drum* atau bak mesin cuci.
2. Mesin cuci dihidupkan lewat tombol *power*.
3. Kran air suplay dibuka.
4. *Level* air dan tipe cuci diset manual pada pemilihan fitur panel kontrol.
5. Air akan masuk tabung hingga *level* yang telah diset lewat fitur yang tersedia.
6. Jika *level* air tercapai, katup air masuk akan ditutup dan *agitator* mulai berputar untuk menciptakan putaran air dengan karakter putaran sesuai dengan mode cuci yang dipilih.
7. Bila kontrol telah mendeteksi waktu cuci habis, motor akan berhenti memutar *agitator* dan katup buang pun dibuka sehingga air hasil pencucian dibuang keluar. Air akan dibuang lewat saluran pembuangan.
8. Memeras air yang ada pada pakaian *drum* tempat pakaian akan berputar untuk membuang sisa-sisa air yang ada di dalam pakaian.
9. Pada mekanisme bilas setelah pakaian diperas katup pembuangan ditutup dan katup air masuk dibuka, air masuk ke drum mesin cuci, bila *level* sudah sampai pada set mode-nya katup air masuk pun ditutup dan mesin cuci pun mulai membilas. Jika waktu bilas sudah habis, maka kontrol akan membuka katup buang dan air bilasan pun keluar.
10. Pengeringan pun dilakukan dengan jalan memutar *drum* mesin cuci. Jika waktu pengeringan sudah habis maka mesin cuci pun berhenti secara otomatis dan proses pencucian telah selesai.

Beberapa komponen pokok mesin cuci dan kegunaannya diantaranya ialah:

1. *Leveling feet* berfungsi untuk mengatur kedataran mesin cuci agar saat mesin cuci beroperasi tidak terjadi getaran atau vibrasi.
2. Motor berfungsi untuk memutar *agitator* yang akan mencuci pakaian.
3. *Agitator* merupakan bilah yang dapat bergerak memutar bolak balik, berfungsi untuk menciptakan pusaran air (untuk mengucek pakaian).
4. *Drum* merupakan tempat pakaian kotor yang akan dicuci .
5. *Control panel* merupakan otak dari mesin cuci.
6. *Water inlet valve* berfungsi mengatur air yang masuk ke mesin cuci berdasarkan perintah alat kontrol.
7. *Water outlet valve* berfungsi sebagai hulu selang pembuangan (*drain hose*) yang pengoperasiannya dihubungkan dengan rem dan kopling motor penggerak.
8. *Drain Hose* merupakan saluran buang dari air hasil pencucian.
9. *Water level sensor* merupakan sensor elevasi air .

Sistem kerja yang dilakukan oleh mesin cuci ini dikontrol oleh mikrokontroler AT89C51. Komponen ini dapat menjadi alat kendali pada mesin cuci otomatis satu tabung yang dapat mengatur sistem kerja mekanik pada mesin cuci dengan cara bertindak sebagai *timer* pada proses pencucian, pengeringan dan tunda antar proses. Disamping itu juga mengatur sistem kerja terkait dengan proses interupsi akibat aktifitas sensor baik yang bertipe *on/off* seperti *lid switch* maupun sensor *level* air.

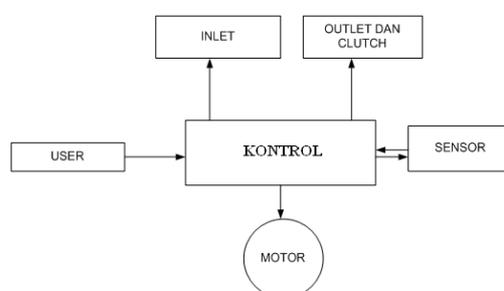
## 2.1 Perancangan Sistem

Sistem kontrol yang dirancang adalah sistem yang mampu menangani beberapa hal pokok dalam kerja mesin cuci seperti pewaktuan, penerimaan sensor, dan perintah lainnya. Pewaktuan dibutuhkan untuk memberi *delay bouncing* pada tombol-pilihan, antisipasi penanganan torsi dan keseimbangan posisi pada mekanika motor dan koplingserta pemberian porsi pada kerja-kerja pencucian/pemerasan. Sistem tersebut terdefiniskan dalam rekayasa interupsi, penanganan bit dan timer.

Interaksi antara pengguna dengan mesin dilakukan saat pemilihan mode pencucian yang diindikasikan dengan nyala LED dari posisi *automat*, *speed*, *rinse* dan *spin*, serta penekanan tombol *start*. Ketika pemakai memindahkan pilihan pada mode perpindahan tersebut dicatat dalam akumulator. Akumulasi angka pada alamat tersebut akan menjadi catatan tentang mode apa yang dipilih dalam pencucian.

Mode *automat* merupakan mode pencucian yang terdiri atas pencucian sebanyak dua kali, satu kali pembilasan dan pemerasan dan diakhiri dengan pemerasan akhir. Mode *speed* terdiri atas satu kali pencucian, satu kali pembilasan dan diakhiri pemerasan akhir. Mode *rinse* berisi satu kali pembilasan dan diakhiri dengan pemerasan. Sedangkan mode *spin* hanya terdiri atas pemerasan. Rekayasa pada interupsi dilakukan pada port 3.2 atau pin 32. Port 3.2 merupakan pin I/O yang secara bersamaan juga dapat digunakan sebagai port untuk interupsi eksternal. Mode interupsi ini yang akan digunakan sebagai pemicu kerja atau eksekutor dengan mengacu pada alamat yang terekam dalam akumulator.

Pemilihan interupsi sebagai pemicu adalah mengingat kerja assembly yang berurutan (*sequencial*) disamping untuk mengakomodir kesetaraan posisi antara pemilihan mode dan penekanan *start* sehingga tidak diperlukan prosedur yang lebih rumit untuk menjalankan mesin cuci.



**Gambar 1. Diagram blok kerja mesin cuci**

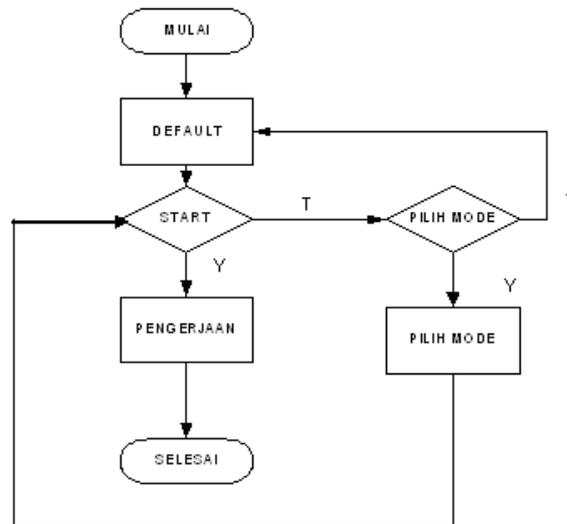
Proses pencucian: yaitu ketika tombol start ditekan, diawali dengan pengaktifan *solenoid* untuk mengalirkan air sampai level yang ditentukan. Pencapaian level direspon oleh sensor yang memberikan nilai aktif tinggi dan memberitahukan *kontrol* untuk berpindah pada posisi pengecekan. Proses pengecekan dilakukan dengan memutar bilah *agitator* yang digerakan dengan mesin induksi satu fasa secara bolak-balik. Proses pencucian diakhiri dengan pembuangan air dengan ditariknya klep *outlet* akibat pengaktifan kopling.

Proses pembilasan hampir sama dengan proses pencucian karena pada hakikatnya hal tersebut juga merupakan pengecekan tetapi tanpa deterjen dan dengan tujuan membuang/menghilangkan deterjen akibat aktifitas pencucian.

Proses pemerasan merupakan proses akhir dari pencucian. Proses ini bertujuan membuang air yang ada pada pakaian dengan melakukan mekanisme pemutaran untuk menciptakan efek sentripetal. Proses ini dilakukan dengan cara memutar tabung cuci yang digerakan dengan cara memindahkan putaran pada bilah *agitator* kepada pemutaran tabung dengan bantuan kopling. Pada proses ini pemerasan dikopel dengan proses pembuangan air lewat *outlet*.

## 2.2 Perangkat Lunak

Untuk menyelaraskan perangkat keras untuk sistem kerja mesin cuci dibuat diagram alir kerja utama seperti pada Gambar 2. Proses kerja mesin dimulai dengan interaksi pemakai dengan tombol *start*. Sebelum menekan tombol start pemakai bisa memilih mode apa yang akan digunakan dalam pencucian. Jika sebelum menekan tombol *start* dipilih penekanan tombol mode maka mode akan melakukan proses pemindahan mode yang ditandai dengan perpindahan nyala LED. Secara berurutan mode pencuciannya adalah *automat*(default), *speed*, *rinse* dan *spin*.

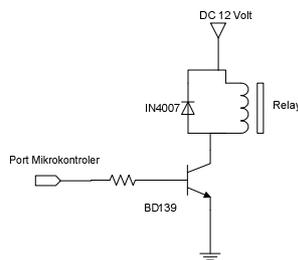


**Gambar 2. Diagram alir kerja sistem pada mesin cuci**

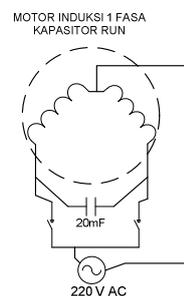
Tombol *start* merupakan pemacu/eksekutor kerja mesin cuci untuk menjalankan proses pencucian yang telah dipilih. Untuk membatalkan kerja keseluruhan mesin hanya dapat dilakukan dengan mekanisme reset. Sedangkan untuk masing-masing mode kerja penyucian dibuat lagi dalam bentuk diagram alir tersendiri sebagai sub kerja sistem secara keseluruhan.

**2.3 Perangkat Keras**

Perancangan perangkat dilakukan dengan mengacu fasilitas yang ada seperti mekanisme interupsi dan statement I/O seperti operasi *setbit* dan *clear bit*. Terkait dengan luaran arus pada kaki port mikrokontroler yang hanya 15-26mA yang relatif kecil untuk mengoperasikan beberapa *device* pendukung maka dilakukan perancangan yang menambah kemampuan daya. Pada beberapa *port* yang terinteraksi dengan *relay* digunakan bantuan transistor untuk membantu *men-drive relay*. Penggunaan transistor dilakukan karena arus yang keluar dari *port* tidak memungkinkan untuk *men-drive relay* dimana arus luaran dari mikrokontroler tidak cukup untuk menginduksi kumparan yang ada pada *relay*. Dengan memanfaatkan arus jenuh pada basis yang terpicu hanya dengan 0,7V yang berakibat terhubungnya kolektor dan emitor maka catuan daya dari VCC yang besar akan menggerakkan *relay*.



**Gambar 3. Driver I/O**

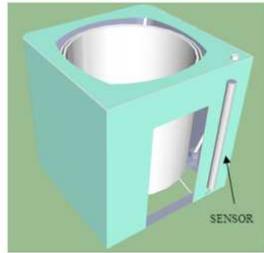


**Gambar 4. Motor satu fasa kapasitor run**

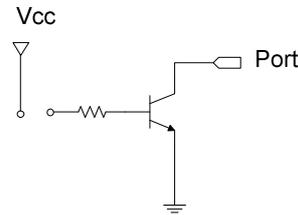
Pengaturan arah putaran pada motor induksi 1 fasa dilakukan dengan mengubah polaritas melalui mekanisme *relay*. Dengan menghidupkan *relay* pada untai kapasitor maka motor akan berputar secara bolak-balik.

Sedangkan sensor ketinggian air menggunakan sistem saklar transistor dimana ketika basis tercatu tegangan di atas 0,7 Volt maka memicu terhubungnya kolektor dan emitor. Hal ini akan

berakibat *port* bersangkutan terhubung ke *ground* dan akan memberikan logika tinggi pada program.

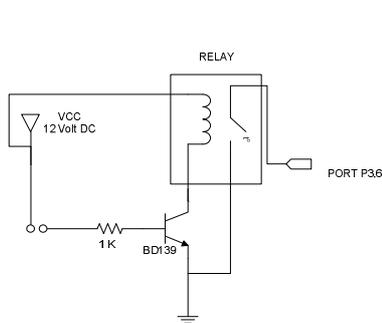


Gambar 5. Penempatan sensor level air

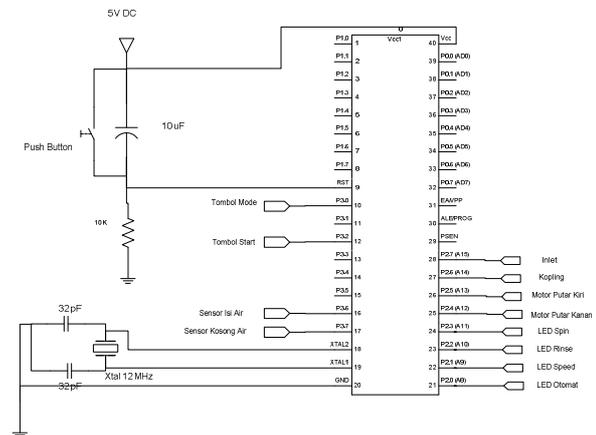


Gambar 6. Sensor level untuk posisi penuh

Adapun sensor untuk indikator air kosong menggunakan mekanisme logika not pada konfigurasi di bawah ini. Ketika basis mendapatkan tegangan maka akan ada cukup tegangan yang membuat antara emitor dan kolektor terhubung. Pada relay maka mengalir arus yang cukup besar sehingga mampu menggerakkan relay NC. Ketika kondisi sebaliknya maka relay akan mati yang berarti ada hubungan antara *port* dan *ground*.

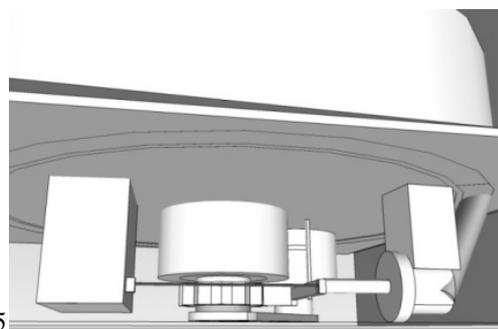
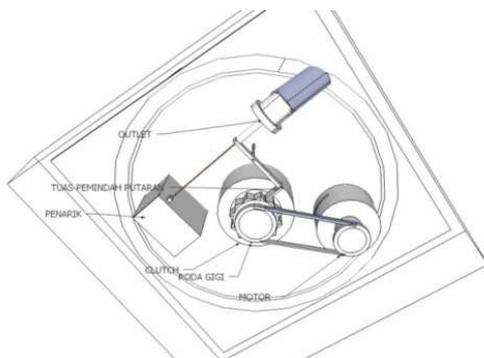


Gambar 7. Sensor level untuk posisi kosong



Gambar 8. Skema penempatan inputan sensor ke mikrokontroler

Mekanisme pengaturan *inlet* adalah dengan perintah SETB INLET, maka port P2.7 memberi signal yang memicu *solenoid* diaktifkan. Akibatnya kumparan akan menarik klep *inlet* yang berakibat masuknya air pada drum pencucian yang posisinya berada di bagian atas mesin cuci. Perangkat/komponen yang digunakan dalam mekanisme ini mengacu pada perancangan dan mekanisme port I/O. Sebagaimana *port* keluaran yang lainnya sistem pengaturan *outlet* dan *kopling* menggunakan kolaborasi sistem I/O yang telah dirancang dengan program yang telah tertanam dalam mikrokontroler. Sistem *outlet* dan *kopling* merupakan sistem yang terintegrasi mengingat pemacu kedua mekanisme tersebut sama. Oleh karena hal tersebut maka perintah penarikan *kopling* secara mekanik sama dengan perintah *outlet*.



**Gambar 8. Interaksi kopling dan outlet****Gambar 9. Ilustrasi interaksi antara kopling dan outlet**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Indikator Mode

Indikator level dijalankan dengan menekan *push button mode*. Ketika push button ditekan maka merespon dengan memindahkan tanda (*sign*) dari satu mode ke mode lain yang tampak dengan pindahnya LED yang menyala dari satu LED ke LED berikutnya.

Dari hasil pengujian didapatkan beberapa data sebagai berikut:

1. Pertama kali dihidupkan LED menyala pada indikator untuk menu "AUTOMAT".
2. Ketika Tombol "MODE" ditekan maka LED berpindah ke LED untuk menu "SPEED".
3. Penekanan tombol "MODE" berikutnya mengakibatkan LED berpindah pada LED untuk menu "RINSE".
4. Penekanan tombol "MODE" berikutnya mengakibatkan LED berpindah pada LED untuk menu "SPIN".
5. Penekanan tombol "MODE" berikutnya mengakibatkan LED berpindah pada LED untuk menu "AUTOMAT" kembali demikian seterusnya secara *rotary*.

#### 3.2 Pengujian Mekanisme Interupsi Pada Tombol Start

Ketika tombol di tekan yang merupakan tombol mekanisme interupsi eksternal maka mesin akan menjalankan apa mode apa yang ditunjukkan oleh LED. Pada saat mesin sedang melaksanakan pekerjaan tombol-tombol tidak terpengaruh dengan tekanan yang terjadi. Setelah selesai melaksanakan pekerjaan maka dapat melakukan penekanan pada tombol mode untuk memilih mode pencucian yang dikehendaki.

**Table 1. Pengujian interupsi**

No	Berdasarkan Nyala Led	Setelah Penekanan Start
1	Pertama mesin dihidupkan	Menjalankan mode cuci otomatis (default)
2	LED Automot menyala	Menjalankan mode cuci otomatis
3	LED Speed menyala	Menjalankan mode cuci Speed
4	LED Rinse menyala	Menjalankan mode cuci Rinse
5	LED Spin menyala	Menjalankan mode cuci Spin

#### 3.3 Pengujian Putaran Motor

Motor dijalankan dengan putaran bolak balik. Antar muka motor dengan mikrokontroler menggunakan relay mengingat mikrokontroler bekerja dengan arus searah sedangkan motor menggunakan arus bolak balik. Ketika relay untuk putaran kanan hidup maka motor berjalan dengan memutar ke kanan dan ketika relay untuk putar kiri hidup maka motor berjalan ke kiri.

Untuk mode cuci otomatis motor bekerja sebagai penggerak bilah agitator dan sebagai penggerak *drum* untuk pengeringan. Data terkait kerja motor diantaranya ialah:

**Tabel 2. Pengujian motor**

Mode	Fungsi
Automat	Sebagai penggerak agitator dan drum
Speed	Sebagai penggerak agitator dan drum
Rinse	Sebagai penggerak agitator dan drum
Spin	Sebagai penggerak drum

Mode otomatis merupakan mode pencucian lengkap, pada awalnya ada tunda 3 detik untuk menyeimbangkan perpindahan mekanik. Selanjutnya dilakukan pengisian air dengan penarikan solenoid, yang jika sensor memberitahakan level telah tercapai maka solenoid dimatikan dengan terlebih dahulu melakukan penundaan 3 detik untuk keseimbangan. Kemudian melakukan

pengucekan, pengucekan sendiri secara mendasar terdiri atas perintah memutar kanan dan memutar kiri bilah *agitator* dengan masing-masing gerak 3 detik dan tunda antara keduanya 3 detik.

Pada mode *automat* pengucekan dilakukan tiga kali pengucekan dan dua kali pemerasan. Adapun pemerasan merupakan proses pembuangan air pada cucian dengan cara diputar dengan *drum* pemutar. Untuk menggerakkan drum pemutar maka tuas pemisah antara putaran *agitator* dan *drum* harus diangkat dengan cara mengaktifkan kopling. Hasil pengamatan atau pengujian pada sistem automat adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. Pengujian Mode Automat**

No	Jenis	Waktu	Keterangan
1	Pengucekan	8 menit	Pengucekan pertama
2	Pengucekan	8 menit	Pengucekan kedua
3	Peras	4 menit 42 detik	Pemerasan pertama
4	Pengucekan	8menit	Pengucekan ketiga sebagai pembilas
5	Peras	4 menit 42 detik	Pemerasan kedua
TOTAL WAKTU		33 menit 24 detik	

Mode *Speed* secara singkat berisi dua kali pengucekan dan satu kali pemerasan. Peruntukan mode ini adalah untuk pencucian yang ringan seperti pencucian pakaian yang tidak terlalu kotor ataupun bahan yang tipis. Hasil pengamatan mode ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. Pengujian mode speed**

No	Jenis	Waktu	Keterangan
1	Pengucekan	8 menit	Pengucekan pertama
2	Pengucekan	8 menit	Pengucekan kedua
3	Peras	4 menit 42 detik	Pemerasan
TOTAL WAKTU		20 menit 42 detik	

Mode ini merupakan mode pembilasan yang berisi sekali kucek dan sekali peras. Peruntukan mode ini adalah hanya untuk pembilasan jika pengguna menginginkan hanya melakukan pengucekan ringan dan langsung pemerasan. Pengujian mode ini berisi hasil sebagai berikut:

**Tabel 5. Pengujian mode rinse**

No	Jenis	Waktu	Keterangan
1	Pengucekan	8 menit	Pengucekan pertama
2	Peras	4 menit 42 detik	Pemerasan
TOTAL WAKTU		12 menit 42 detik	

Mode ini merupakan mode pemerasan hasil pengujian pada mode ini ialah:

**Tabel 6. Pengujian mode spin**

No	Jenis	Waktu	Keterangan
1	Peras	4 menit 42 detik	Pemerasan
TOTAL WAKTU		4 menit 42 detik	

### 3.4 Pengujian Penarikan Kopling dan Outlet

Penarikan kopling adalah mekanisme untuk menciptakan putaran pada *drum* sekaligus penarikan klep *outlet* untuk pembuangan air. Mekanisme pembuangan air dan putaran *drum* akan terjadi bersamaan jika ada penarikan kopling dan pengaktifan motor putaran kanan. Adapun jika

penarikan kopling tidak dilakukan bersamaan dengan pengaktifan motor putar kanan maka yang terjadi hanya pembukaan klep *outlet* yang berarti hanya terjadi pembuangan air.

Beberapa posisi penarikan kopling berdasarkan pengujian adalah sebagai berikut: penarikan kopling tanpa diikuti pemutaran motor terdiri dari beberapa posisi. Setelah pengecekan pertama pada mode atomat dan setelah pengecekan pertama pada mode *speed*, sistem telah dapat bekerja seperti yang diharapkan.

Penarikan kopling diikuti pemutaran motor setelah sensor memberitahukan air telah habis terdiri dari beberapa posisi: setelah pengecekan kedua pada mode atomat dan pada pemerasan di mode *automat*, *speed*, *rinse* dan *spin*.

### 3.5 Pengujian Sensor

Sensor pada perangkat ini terdiri atas sensor pendeteksi kosong air dan pendeteksi terpenuhinya level air. Beberapa situasi penggunaan sensor adalah ketika suatu aktifitas mesin membutuhkan informasi ketinggian air. Prinsip deteksi ketinggian air adalah ketika antara Vcc dan basis tersentuh air maka akan mengaktifkan hubungan antara kolektor dan emitor dimana kolektor terhubung dengan port P3.6 dan emitor terhubung pada *ground*. Karena hal tersebut maka P3.6 meng-*ground* dan kondisi *set bit* terjadi. Kondisi inilah sebagai penanda level air telah penuh.

Prinsip deteksi kekosongan air adalah inverse dari terpenuhinya level air dengan pembalik berupa *relay*. Port P3.7 terhubung pada *ground* dengan *relay* NC. Ketika air terisi maka *relay* aktif yang berakibat *relay* menjadi ON. Ketika *relay* mati karena air kosong maka port P3.7 menjadi terhubung dan kondisi ini merupakan masukan bahwa air telah kosong. Hasil pengujian sensor menunjukkan hasil sebagai berikut

1. Ketika air tinggi *relay* level air hidup dan port P3.6 *ground*.
2. Ketika air rendah *relay* level air mati dan port P.6 terputus dari *ground*.
3. Ketika air tinggi *relay* kosong air aktif dan port P3.7 terputus.
4. Ketika air kosong *relay* mati dan port P3.7 *ground*.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan dapat bekerja mengendalikan operasional kerja mesin cuci satu tabung.
2. Setiap pembuatan luaran pada program harus senantiasa memperhatikan kondisi default dari keluaran yang didapatkan sebelumnya untuk memastikan kerja sistem dengan baik
3. Panel kontrol sederhana dengan mikrokontroler ini dapat mengatasi permasalahan mesin cuci yang rusak bagian panel kontrol lebih murah dibandingkan panel kontrol aslinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Malik, I, 1997, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Nurhazati, Dwi, Mei <http://lib.uin-malang.ac.id/thesis/fullchapter/03510011-dwi-mei-nurhayati.ps> diakses pada tanggal 8 Agustus 2012 Pukul 08.15
- Putra, A. E, 2002, *Teknik Antarmuka Komputer Konsep dan Aplikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rijono, Y. 1997. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*, Andi, Yogyakarta.
- Riyki Agung, <http://skripsi.umm.ac.id/files/disk1/315/jiptummp-gdl-s1-2009-rizkiagung> diakses pada tanggal 8 Agustus 2012 Pukul 09.00
- Sinclair, Ian., Dunton, John, 2007, *Practical Electronic Handbook*. Oxford, Elsevier Ltd, Great Britain
- Suryatmo, F, 2002, *Teknik Digital*. Bumi Aksara.
- Soelaiman, Mhd & Magarisawa, Mabuchi. 1995. *Mesin Tak Serempak Dalam Praktek*. Pradnya Paramita, Jakarta
- Zam, Evfi Zamidra. 2003. *Transistor*. Surabaya: Indah Surabaya.