

## MESIN PEMERAS TEBU DENGAN SISTEM KONTROL MENGUNAKAN SENSOR TEKANAN

Sujito

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah: (1) merancang mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan, (2) merakit mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan, dan (3) mengetahui hasil kinerja sistem kontrol pada mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan. Perancangan mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan meliputi perancangan mesin pemeras tebu dan perancangan sistem kontrol. Perancangan sistem kontrol meliputi perancangan rangkaian kontrol, rangkaian sensor tekanan, dan rangkaian *inverter*. Perancangan mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan memerlukan *roll* pemeras, *accumulator*, silinder pneumatik, sensor tekanan, motor listrik AC. Untuk perakitan hal pertama yang dilakukan yaitu perakitan mesin pemeras tebu kemudian perakitan sistem kontrol mesin pemeras tebu. Hasil kinerja mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan sudah dapat bekerja dengan baik. Hasil dari pengujian mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan yaitu sensor tekanan menghasilkan tegangan 2,6 – 5 VDC, *inverter* menghasilkan frekuensi 26 Hz – 50 Hz dan kecepatan putar motor 1528 – 2820 RPM, dan 1 tebu yang berukuran 30 cm menghasilkan sari tebu 15 cc.

Kata Kunci : Pemeras Tebu, Sistem Kontrol, Sensor Tekanan, *Inverter*.

Mesin pemeras tebu adalah mesin yang digunakan untuk memeras tebu dengan tujuan untuk mengambil sari tebu. Cara kerja mesin pemeras tebu secara umum yaitu tebu dimasukkan kedalam *roll* pemeras tebu hingga keluar sari tebu. Berdasarkan jumlah *roll* pemeras tebu dibedakan menjadi dua yaitu mesin pemeras tebu menggunakan dua *roll* dan tiga *roll*. Kelebihan dua *roll* pemeras tebu yaitu lebih murah dibandingkan dengan yang menggunakan tiga *roll*, kelemahannya yaitu tidak ada tempat hasil perasan tebu, sedangkan kelebihan memakai tiga *roll* terdapat sela untuk hasil perasan tebu, namun kelemahannya lebih mahal dibandingkan yang menggunakan dua *roll*.

Terdapat beberapa jenis mesin pemeras tebu, yaitu mesin pemeras tebu manual dan pemeras tebu menggunakan mesin. Mesin pemeras tebu manual yaitu pemeras tebu yang menggunakan tenaga manu-

sia atau hewan untuk memutar *roll* pemeras, sedangkan pemeras tebu menggunakan mesin yaitu pemeras tebu yang menggunakan tenaga mesin untuk memutar *roll*. Hasil perasan tebu dengan mesin pemeras tebu manual tergantung tenaga dari manusia atau hewan. Hasil perasan tebu yang menggunakan tenaga mesin lebih baik dibandingkan dengan hasil perasan tebu yang menggunakan tenaga manusia atau hewan karena proses pemerasan lebih stabil. Mesin pemeras tebu manual kadang kala dimodifikasi menggunakan motor bensin/solar karena sudah kalah bersaing dengan pemeras tebu yang menggunakan mesin (Tokomesin, 2011).

*Roll* pemeras merupakan salah satu bagian penting pada mesin pemeras tebu selain *gear* dan motor. Hasil perasan tebu menggunakan *roll* yang terbuat dari besi lebih baik digunakan dibandingkan dengan perasan tebu menggunakan *roll* yang

terbuat dari kayu. Kelebihan *roll* yang terbuat dari besi yaitu tekanan untuk memeras tebu lebih kuat dibandingkan *roll* yang terbuat dari kayu namun jarak antar *roll* tidak dapat berubah.

Untuk menghasilkan perasan tebu yang benar-benar tersisa ampasnya dibutuhkan tekanan yang kuat untuk memeras tebu namun karena bentuk tebu yang berbeda ukurannya jadi dibutuhkan kecepatan motor yang berbeda pula untuk dapat memeras tebu, sehingga dapat menghasilkan perasan tebu yang maksimal. Kecepatan *roll* peme-ras tergantung tebu yang dimasukkan kedalam *roll* peme-ras, jika jumlah tebu yang dimasukkan kedalam *roll* peme-ras semakin banyak maka kecepatan putar motor akan semakin cepat.

Peme-ras tebu menggunakan mesin ter-dapat sistem kendalinya. Sistem kendali peme-ras tebu menggunakan mesin yaitu kendali pada putaran motor *roll* peme-ras, tetapi kecepatan putaran motor yang stabil tidak dapat berubah.

Kelemahan alat peme-ras tebu menggunakan mesin di atas yaitu jarak antar *roll* peme-ras tebu tetap tidak dapat berubah dan kecepatan motor yang stabil tidak dapat di-ubah pula, dari kelemahan peme-ras tebu menggunakan mesin diatas dibuat alat peme-ras tebu yang dapat secara otomatis mengatur kecepatan motor tergantung tekanan dari tebu yang diperas dan jarak antar *roll* peme-ras tebu dapat ber-ubah dengan fleksibel tergantung banyak dan besar ukuran tebu yang diperas.

## Mesin Pemas Tebu

### 1. Mesin Pemas Tebu Manual

Mesin peme-ras tebu manual yaitu peme-ras tebu yang meng-gunakan tenaga manusia atau hewan untuk memutar *roll* peme-ras. Cara kerja mesin peme-ras tebu manual yaitu tebu dimasukkan ke *roll* peme-ras tebu kemudian manusia atau hewan menggerakkan *roll* untuk memeras

tebu setelah itu diambil hasil perasaan te-bunya.



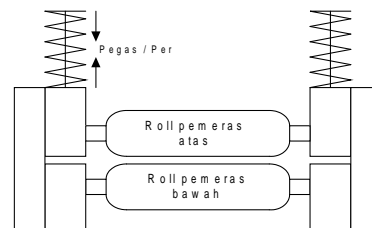
Gambar 1. Mesin Pemas Tebu Manual ([www.tokomesin.com](http://www.tokomesin.com))

### 2. Mesin Pemas menggunakan Mesin

Peme-ras tebu menggunakan mesin yaitu peme-ras tebu yang menggunakan tenaga mesin untuk memutar *roll*, *roll* peme-ras tebunya sudah digerakan oleh motor jadi sudah tidak tergantung tenaga manusia atau hewan. Cara kerja mesin ini yaitu tebu dimasukkan kedalam lubang peme-ras yang didalamnya sudah ada *roll* peme-ras yang digerakan oleh motor kemudian tebu diperas dan diambil hasil perasanya.



Gambar 2. Mesin Pemas Tebu Menggunakan Mesin ([www.tokomesin.com](http://www.tokomesin.com))



Gambar 3. Mesin Pemas Tebu menggunakan Pegas atau Per untuk Pengatur Jarak antar Roll

### Sistem Kendali

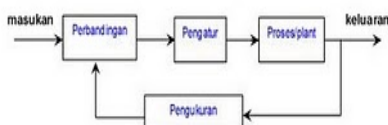
Sistem kendali adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengendalikan atau mengatur sesuatu yang dapat dikendalikan misalnya mengendalikan kecepatan, kekuatan, ketepatan dan mengendalikan yang lainnya.

Pada sistem kendali dikenal sistem lup terbuka (*open loop system*) dan sistem lup tertutup (*closed loop system*). Ciri khas sistem pengendali terbuka ini tidak menggunakan elemen umpan balik (*feedback*). Prinsip kerjanya tidak mengoreksi secara otomatis perubahan hasil akhirnya. Oleh karena itu, sistem ini disebut sistem pe-ngendali terbuka. Bila sinyal masukan konstan, maka hasil keluarannya pun akan konstan. Oleh karena itu, sistem pengendali terbuka hanya akan berfungsi dengan baik bila perubahan-perubahannya masih kecil sistem perencanaan dan pembuatan komponen – komponennya harus memperhatikan *limit* perubahan – perubahan parameter dan kondisi lingkungannya.



**Gambar 4. Sistem Pengendalian Lup Terbuka**

Pada sistem kendali lup tertutup (*closed loop system*) sistem yang disusun untuk memberikan aksi yang tepat untuk mempertahankan variabel proses pada *set point*. Sistem seperti ini juga sering dikenal dengan sistem kendali umpan balik. Aplikasi sistem umpan balik banyak dipergunakan untuk sistem kemudi kapal laut dan pesawat terbang. Perangkat sehari-hari yang juga menerapkan sistem ini adalah penyetelan temperatur pada lemari es, oven, tungku, dan pemanas air.

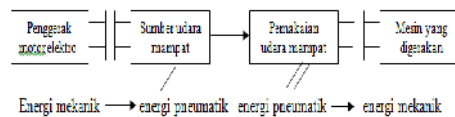


**Gambar 5. Sistem Pengendalian Lup Tertutup**

### Pneumatik

Pneumatik adalah pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan - keadaan keseimbangan udara, dan syarat-syarat keseimbangan. Pneumatik berasal dari Yunani "pneuma" yang berarti napas atau udara jadi pneumatik berarti terisi udara atau digerakan oleh udara mampat.

Sistem-sistem utama pneumatik terdiri dari kompresor udara (sumber udara mampat), motor-motor udara mampat (pemakai udara mampat) ditambah bagian-bagian pengatur dan pengendali. Pada dasarnya instalasi pneumatik terdiri dari perubah energi atau pengalih ragam energi. Arus energi melalui suatu instalasi pneumatik mengalir sebagai berikut:



**Gambar 6. Arus Energi melalui Instalasi Pneumatik Mengalir**

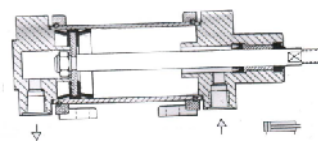
1. Perubahan energi mekanik dari motor penggerak menjadi energi pneumatic oleh kompresor. Energi pneumatic ini dianggap sebagai energi potensial atau energi kinetik fluida kerja atau pengangkut (udara mampat)
2. Perpindahan energi pneumatic oleh udara mampat yang mengalir dari kompresor melalui bagian pengatur atau pengendali (katup).
3. Perubahan energi pneumatic menjadi energi mekanik oleh pemakai udara mampat yang mana mengubah energi potensial dan energi kinetik dalam udara mampat menjadi energi mekanik untuk menggerakkan mesin produksi.

Pneumatik memiliki banyak keuntungan, tetapi juga terdapat segi-segi yang

merugikan, berikut ini adalah hal yang menguntungkan dari pneumatik: (1) fluida kerja yang mudah didapat, diperoleh dan mudah diangkut yaitu udara dimana saja tersedia dalam jumlah yang tak terhingga dan Saluran balik ti-dak di perlukan karena udara be-kas dapat dibuang dengan bebas, (2) bersih dan kering yaitu udara mampat adalah bersih apabila terjadi kebocoran pada saluran pipa benda kerja tidak akan menjadi kotor, (3) tidak diperlukan pendinginan fluida kerja dimana pem-bawa energi tidak perlu diganti sehingga tidak dibutuhkan biaya yang mana minyak diganti 100–125 jam kerja, (4) sifat dapat bergerak yaitu selang-selang elastis memberikan kebebasan pindah yang besar sekali dari komponen pneumatik ini, dan (5) konstruksi kokoh yaitu umumnya komponen pneumatik ini dikonstruksikan secara kompak dan kokoh oleh karena itu hampir tidak peka terhadap gangguan dan tahan terhadap perlakuan kasar.

Pneumatik di samping memiliki keuntungan dan juga memiliki kerugiannya sebagai berikut: (1) gangguan suara (bisings) dimana udara yang ditiup keluar menyebabkan kebisingan (desisan) mengalir keluar, terutama dalam ruang kerja. Penanggulangannya dengan memberikan peredam suara (*silencer*), (2) ketertampakan (udara) yaitu udara dapat dimampatkan, oleh sebab itu tidak mungkin mewujudkan kecepatan torak dan pengisian yang perlahan-lahan dan tetap tergantung beban, (3) ketakteraturan dimana suatu gerakan teratur hampir tidak dapat diwujudkan pada pembebanan berganti-ganti atau pada kecepatan-kecepatan kecil (kurang 0,25 cm/det) dapat timbul *stick slip effect*, dan (4) tidak dapat melakukan gerakan rotasi.

Bagian kerja pneumatik meliputi silinder dan *valve*/katup. Silinder dibagi menjadi tiga yaitu: (1) silinder penggerak tunggal, (2) silinder penggerak ganda, (3) silinder penggerak ganda khusus.



**Gambar 7. Gambar Silinder Gera Ganda**  
(Sugihartono, Dasar Kontrol Pneumatik, 1996)

### **Inverter**

*Inverter* adalah sebuah perangkat elektronik yang mengubah tegangan AC baik satu fasa mau-pun tiga fasa dari jala-jala (berfrekuensi 50 Hz atau 60 Hz) menjadi tegangan DC, kemudian mengubahnya kembali menjadi tegangan AC dengan frekuensi yang bisa diatur-aturl sesuai keinginan pengguna/*user*.

Jenis inverter pada umumnya ditentukan oleh bentuk gelombang output yang dihasilkan oleh suatu inverter, yaitu: (1) gelombang kotak (*square wave*), sakelar unit ini langsung pada arus searah ke daya arus bolak balik "kotak" dan hanya terdapat sedikit daya tegangan kontrol, dengan kemampuan yang terbatas, dan distorsi yang harmonik. Konsekuensinya, *inverter* kotak hanya sesuai untuk pemanas beban resistif yang kecil, beberapa peralatan kecil, dan lampu pijar. *Inverter* ini tidak mahal dan dapat membakar motor pada peralatan dan tidak digunakan untuk sistem residen, (2) modifikasi gelombang kotak (modified square wave) atau juga disebut *modified sine wave*, *Inverter* jenis ini menggunakan *Field Effect Transistors* (FET) atau *silicon-controlled rectifiers* (SCR) untuk sakelar arus searah dan arus bolak balik serta dapat menangani *surge* (pergerakan seperti gelombang) dan menghasilkan daya dengan sedikit *harmonic distortion*. Gaya *inverter* ini lebih cocok untuk menjalankan berbagai variasi muatan, termasuk motor, cahaya, dan peralatan elektronik seperti televisi dan stereo, dan (3) gelombang sinus (*sine wave*), *inverter* ini berfungsi untuk mengoperasikan perangkat elektronik sensitif yang memerlukan kualitas tinggi *waveform* dan dicip-

takan khusus untuk memproduksi da-ya dengan sedikit *harmonic distortion* juga digunakan dalam penerapan *grid-tied*. Terdapat beberapa *inverter* pada penerapan residential dan mempunyai banyak kelebihan dari *inverter* gelombang persegi yang dapat dimodifikasi.

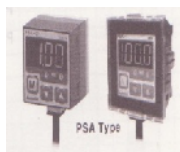


**Gambar 8. Gambar Inverter**  
(OMRON User's Manual, tahun 1999)

### Sensor Tekanan

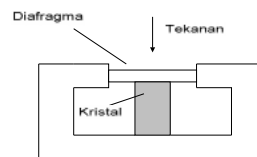
Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Ada berbagai macam sensor yaitu sensor cahaya, sensor suhu, tekanan, sensor *proximity*, sensor magnet, sensor efek-hall, sensor ultrasonik, sensor kecepatan/ rpm, sensor penyandi (*encoder*), sensor suara. Pada alat yang akan digunakan yaitu sensor tekanan.

Prinsip kerja dari sensor tekanan adalah mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Ukuran ketegangan didasarkan pada prinsip bahwa tahanan pengantar berubah dengan panjang dan luas penampang. Daya yang diberikan pada kawat menyebabkan kawat bengkok sehingga menyebabkan ukuran kawat berubah dan mengubah tahanannya.



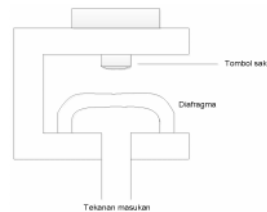
**Gambar 9. Gambar Sensor Tekanan**  
(Autonics 6<sup>th</sup> Total Catalogue, tahun 2005)

Sensor tekanan yang umum digunakan yaitu sensor tipe diafragma dan tipe selaput. Tipe diafragma terdiri dari sebuah piringan logam atau plastic tipis yang tepi-annya dipancangkan pada sebuah kerangka. Apabila terdapat perbedaan tekanan antara kedua sisi diafragma, bagian tengahnya akan melengkung. Besarnya ke-lengkungan ditentukan oleh besarnya per-bedaan tekanan. Diafragma sebenarnya kurang sensitif dibandingkan selaput, na-mun diafragma dapat memnerima tekanan yang lebih tinggi.



**Gambar 10. Gambar Sensor Tekanan Diafragma**

Saklar tekanan dirancang untuk menyambung atau memutuskan rangkaian pada suatu titik tekanan tertentu. Salah satu bentuk yang umum melibatkan penggunaan sebuah diafragma atau selaput yang dapat digerakan oleh tekanan untuk mengoperasikan sebuah saklar mekanis.



**Gambar 11. Gambar Saklar Tekanan**

### Motor AC 3 Fasa

Motor AC biasanya terdiri dari dua bagian dasar, sebuah stator stasioner luar memiliki gulungan disertakan dengan arus AC untuk menghasilkan putaran medan magnet, dan rotor di dalam melekat pada poros *output* yang diberikan torsi oleh putaran medan magnet.

Ada dua jenis motor AC, tergantung pada jenis rotor yang digunakan. Jenis

pertama adalah motor induksi, yang hanya berjalan sedikit lebih lambat atau lebih cepat dari pasokan frekuensi. Medan magnet pada rotor motor ini diciptakan oleh arus induksi. Tipe kedua adalah motor sinkron, yang tidak bergantung pada induksi dan sebagai hasilnya, dapat memutar tepat pada pasokan frekuensi atau sub-kelipatan pasokan frekuensi.



**Gambar 12 Gambar Motor AC Tiga Fasa**  
[www.dunia-listrik.blogspot.com](http://www.dunia-listrik.blogspot.com)

**Saklar Tombol Tekan**

Saklar tombol tekan merupakan salah satu dari saklar kotak. Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya. Jadi saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik.

Menurut Fungsinya saklar kotak dibedakan: (1) saklar kutub satu (eka kutub), (2) saklar kutub dua (dwi kutub), (3) saklar seri, (4) saklar tukar (saklar dua arah), dan (5) saklar silang.

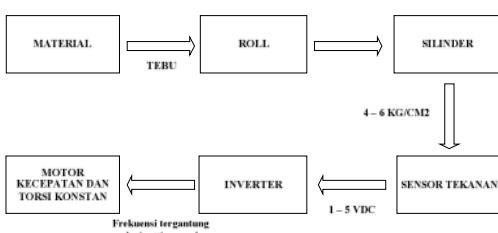
Menurut bentuknya dapat dibedakan: (1) saklar putar, (2) saklar jungkir (Tumbler), (3) saklar tarik, (4) saklar jungkit, dan (5) saklar tombol tekan.

Saklar tombol tekan ini bekerja dengan prinsip jika saklar ditekan pada posisi *ON* akan menyambung arus listrik dan jika saklar ditekan pada posisi *OFF* akan memutuskan arus listrik.

**METODE**

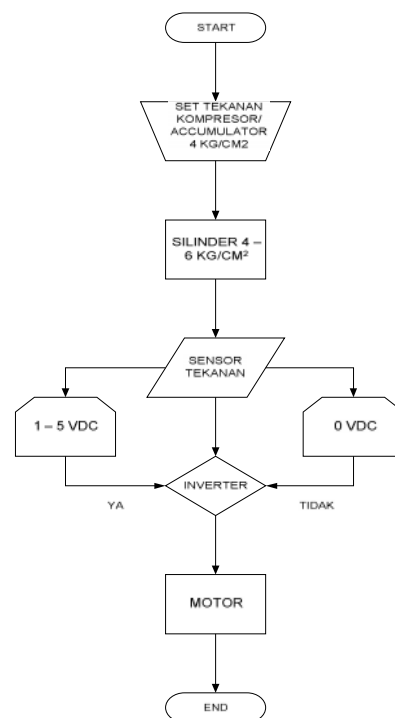
**Perancangan Alat**

**1. Diagram Blok**



**Gambar 13. Diagram Blok Perencanaan Alat**

Pada saat tombol *ON* ditekan alat bekerja mengaktifkan motor, *roll* pemeras, sensor tekanan, dan *inverter*. Saat tebu di-masukan ke *roll* pemeras maka silinder pneumatik mendeteksi tekanan yang dihasilkan dari tebu yang dimasukan pada *roll* pemeras kemudian sensor tekanan menerima perubahan tekanan akibat perubahan luas *piston* silinder yang menghasilkan perubahan tegangan ke *inverter* yang nantinya *inverter* akan merubah kecepatan dengan torsi motor yang konstan.



**Gambar 14. Flowchart**

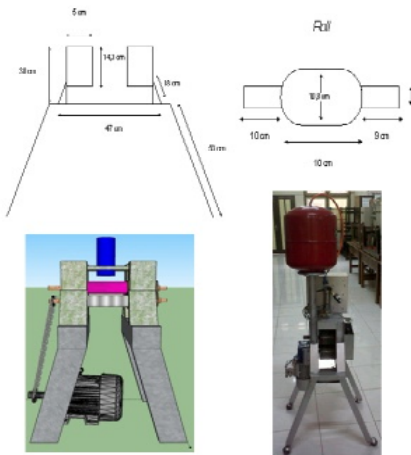
*Flowchart* untuk mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan dapat dijelaskan langkah – langkah sebagai berikut: (a) pada saat alat *startsetmanual*tekanan pada kompresor/ *accumulator* 4 Kg/cm<sup>2</sup>, (b) pada saat tebu



dimasukan ke *roll* pemeras silinder pneumatik pistonnya bergerak ke atas sehingga volume berubah selanjutnya demikian pula tekanan di ruang silinder pneumatik tersebut akan meningkat. Perubahan tersebut dideteksi oleh sensor tekanan, (c) sensor tekanan menerima perubahan tekanan dari silinder pneumatik antara 4–6 kg/cm<sup>2</sup>, yang menghasilkan output 1–5 VDC, (d) *inverter* menerima masukan dari sensor tekanan 1–5 VDC yang kemudian mengubah frekuensi setting awal, dan (e) Maka kecepatan motor (RPM) berubah tergantung perubahan frekuensi dari *inverter*.

## 2. Perancangan Pemeras Tebu

Perancangan pemeras tebu dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu pembuatan kaki penyangga, pembuatan dua buah *roll* pemeras, pemasangan motor listrik AC, pemasangan *accumulator* dan pemasangan silinder pneumatik. *Roll* pemeras dibuat dari besi dan untuk kaki penyangga dibuat dengan besi kanal U (UMP) dengan 4 kaki penyangga kemudian motor dan silinder pneumatik dipasang dan untuk ukuran bentuk penyangga dan *roll* pemeras sebagai berikut:

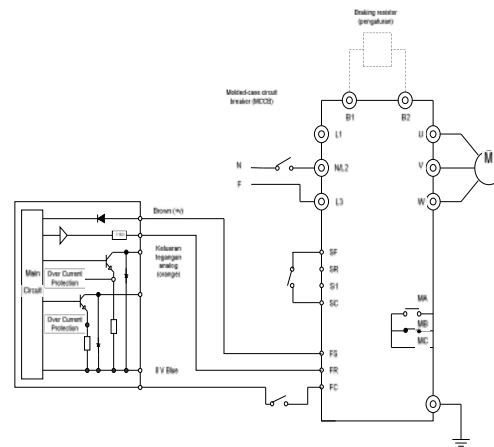


**Gambar 15. Kaki Penyangga, Roll Pemeras, Motor Listrik AC, Accumulator, dan Silinder Pneumatik**

## 3. Perancangan Rangkaian Kontrol

### a. Rangkaian Kontrol

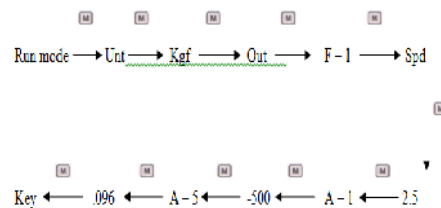
Perancangan rangkaian kontrol mesin pemeras tebu digunakan untuk mengendalikan kinerja alat secara keseluruhan. Rangkaian kontrol mesin pemeras tebu meliputi sensor tekanan dan *inverter* yang juga sudah dimasukan program-programnya. Sensor tekanan yang digunakan yaitu sensor tekanan Autonic PSA-C01 dan *inverter* yang digunakan yaitu Omron Sys-drive 3G3EV.



**Gambar 16. Rangkaian Kontrol**

### b. Rangkaian Sensor Tekanan

Sensor Autonic PSA - C01 ini digunakan untuk memberikan masukan untuk *inverter* Omron Sys-drive 3G3EV. *Input* yang digunakan sensor adalah *input* tebu yang menerima perubahan tekanan dari silinder pneumatik yaitu 4–6 Kg/cm<sup>2</sup> yang kemudian sensor menghasilkan *output* 1–5 VDC. Kabel warna *brown* dan *blue* merupakan kabel *input* dan kabel warna *orange* merupakan kabel *output*. Kabel *brown* dan *blue* selain mendapat *input* 4–6 Kg/cm<sup>2</sup> dari tebu juga harus mendapat *input* tegangan 12–24 VDC. Namun apabila *output* sensor tekanan 0 VDC maka *inverter* tidak dapat bekerja untuk menjalankan motor.



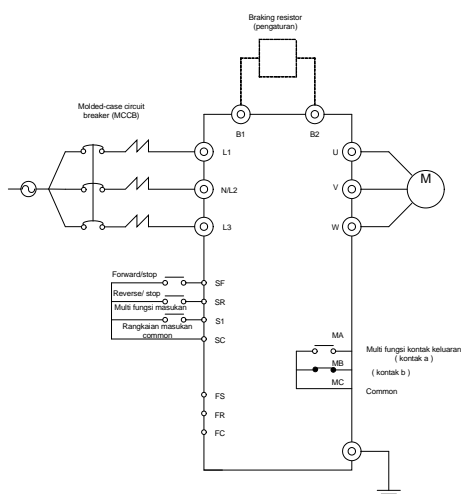
Gambar 17. Rangkaian Sensor Tekanan

## c. Program Sensor Tekanan

Agar sensor berjalan dengan yang diharapkan maka dilakukan pengaturan program pada sensor tekanan.

d. Rangkaian *Inverter*

*Inverter* Omron Sysdrive 3G3EV akan menghasilkan *output* frekuensi yang tergantung dari *setting* awal, yang nantinya digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor dengan torsi motor konstan. Pada bagian FS *inverter* disambung ke kabel warna *brown* sensor tekanan, bagian FR *inverter* disambung ke kabel warna *orange* sensor tekanan, dan bagian FC *inverter* disambung ke kabel warna *blue* sensor tekanan. Untuk bagian U, V, dan W *inverter* disambungkan ke motor.

Gambar 18. Rangkaian *Inverter*e. Program *Inverter*

Agar *inverter* berjalan dengan yang diharapkan maka dilakukan pengaturan program pada *inverter*.

## Perakitan Alat

Perakitan alat mesin pemeras tebu meliputi perakitan mesin pemeras dan perakitan sistem kontrolnya.

## 1. Perakitan Mesin Pemeras Tebu

Perakitan mesin pemeras tebu dibuat dengan 4 kaki penyangga, dua buah *roll* pemeras, motor listrik AC dan silinder pneumatik. Motor listrik yang akan digunakan yaitu motor listrik yaitu Baumler Nurnberg, tipe: ODFC 63-2, /Y 220/ 380, 2820 RPM, 0,25 KW,  $\cos 0,72$  dimana tegangan (V) untuk satu fasa adalah 220 V untuk tiga fasa ( fasa – fasa ) bertegangan 380 V dengan frekuensi 50 Hz biasa di dalam koneksi disebut RSTN maka pemilihan motor digunakan motor AC tiga fasa disesuaikan dengan suplai PLN yaitu tiga fasa dan disesuaikan daya yang ada. Jadi kelebihan motor AC tiga fasa arus yang digunakan pada masing-masing fasa dengan daya dan frekuensi yang sama lebih kecil dibandingkan motor AC satu fasa, silinder pneumatik yang digunakan yaitu silinder pneumatik kerja tunggal Festo dengan tekanan maksimalnya yaitu 10 bar dan *accumulator* yg digunakan yaitu Shimizu dengan tekanan maksimal juga 10 bar dan kapasitas 19 liter.

Perakitan kaki penyangga yaitu penyambungan menggunakan las dan baut mur setelah kaki penyangga sudah jadi kemudian memasang dua *roll* pemeras dan setelah dua *roll* pemeras terpasang kemudian pemasangan silinder pneumatik dan juga *Accumulator*.

## 2. Perakitan Rangkaian Kontrol

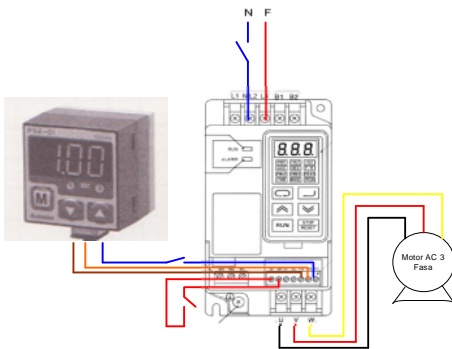
Perakitan rangkaian kontrol diletakkan dalam *box* panel. Di dalam panel nantinya dipasang tiga saklar, *inverter*, sensor tekanan, kabel penghubung, dan selang untuk gas. Sensor tekanan yang digunakan yaitu Autonic PSA - C01. Kelebihan dari sensor ini antara lain: (1) Akurasi sensor



tekanan digital yang tinggi, (2) Kecerahan LED merah yang tinggi (tinggi LED: 9.5mm), (3) Konversi unit tekanan tekanan vakum, tekanan *compound*: kPa, kgf/cm<sup>2</sup>, bar, psi, mmHg, mmH<sub>2</sub>O, inHg Standar tekanan: kPa, kgf/cm<sup>2</sup>, bar, psi, (4) Berbagai *output mode*: *mode* histeresis, pengaturan *mode* otomatis sensitivitas, 2 *output mode* individu, *mode* keluaran *window* komparatif, (5) Dirancang dengan perlindungan *overcurrent*, perlindungan rangkaian *reverse power polarity*.

Untuk *inverter* yang digunakan pada alat yaitu *inverter* Omron Sysdrive 3G3EV dengan *input* tegangan AC satu fasa atau tiga fasa 200–230 V 50 Hz/60 Hz, *output* AC tiga fasa 0 – 230 V 2,6 kVA 7 A, dapat dipakai dimotor dengan kapasitas 1,5 KW.

Untuk perakitan rangkaian kontrol dirangkai seperti gambar berikut:



**Gambar 19. Rangkaian Kontrol**

## Pengujian

Dalam pengujian alat suatu unit instrument pada prinsipnya adalah untuk mengetahui apakah sistem yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Pengujian sistem dilakukan pada perangkat mekanik, pada masing-masing rangkaian pendukung sistem atau alat dilakukan pengamatan, pengukuran dan analisa untuk mempermudah dalam proses perbaikan nantinya. Dengan pengujian setiap unit dapat diketahui keakuratan dan kinerja alat tersebut.

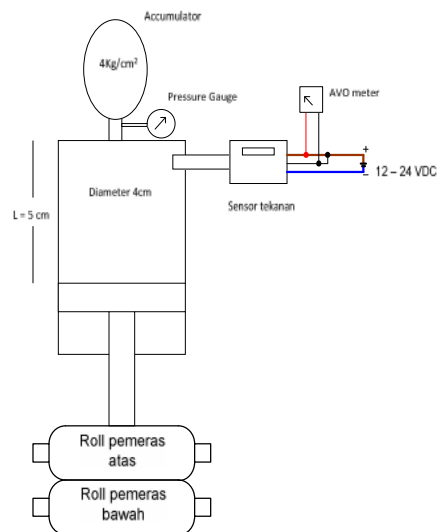
### 1. Pengujian Sensor Tekanan

#### a. Alat dan bahan yang digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain: (1) Sensor tekanan 1 buah, (2) Silinder Pneumatic 1 buah, (3) Pressure Gauge 1 buah, (4) AVO meter 1 buah

#### b. Prosedur pengujian

- 1) Rangkaian disusun seperti pada gambar
- 2) Hubungkan silinder pneumatik dengan sensor tekanan
- 3) Lihat perubahan yang terjadi pada sensor tekanan saat silinder pneumatik mendapat perubahan dari *roll* yang mengakibatkan perubahan tinggi rendah *piston* yang berakibat berubahnya volume pada silinder sehingga terjadilah perubahan peningkatan tekanan
- 4) Sambungkan kabel *brown* sensor tekanan pada AVO meter warna merah dan sambungkan pula kabel *blue* sensor tekanan pada AVO meter warna hitam. Kemudian lihat perubahan pada AVO meter
- 5) Catat hasil pengukuran pada tabel



**Gambar 20. Rangkaian Pengujian Sensor Tekanan**

## 2. Pengujian *Inverter* dan Motor Listrik AC

*Inverter* perlu dilakukan pengujian apakah *inverter* sudah bekerja dengan baik sehingga menghasilkan *output* yang bertujuan mengendalikan RPM motor dan mengetahui motor listrik AC sudah dapat memutar *roll* pemeras dengan baik.

- a. Alat dan bahan yang digunakan:
  - 1) *Inverter* 1 buah
  - 2) Sensor tekanan 1 buah
  - 3) Motor listrik AC 1 buah
  - 4) Tacho meter 1 buah
- b. Prosedur pengujian
  - 1) Rangkaian disusun seperti gambar 10.
  - 2) Beri tekanan pada sensor tekanan
  - 3) Lihat hasil perubahan pada *inverter*
  - 4) Lihat hasil perubahan pada motor listrik AC
  - 5) Catat hasil pengukuran pada tabel

## 3. Pengujian Keseluruhan

Tujuan pengujian keseluruhan alat ini adalah untuk mengetahui kemampuan dan kinerja alat.

- a. Alat dan bahan yang digunakan:
  - 1) *Inverter* 1 buah
  - 2) Sensor tekanan 1 buah
  - 3) Motor listrik AC 1 buah
  - 4) Tacho meter 1 buah
  - 5) Tebu dipotong 30 cm
- b. Prosedur pengujian
  - 1) Rangkaian disusun seperti gambar 3.10
  - 2) Beri tekanan pada sensor tekanan
  - 3) Lihat hasil perubahan pada *inverter*
  - 4) Lihat hasil perubahan pada motor listrik AC
  - 5) Masukkan tebu pada *roll* pemeras
  - 6) Catat hasil pengukuran pada tabel

## HASIL

### Pengujian Sensor Tekanan

Data yang diambil dari pengukuran sensor tekanan dapat ditampilkan dalam tabel hasil pengukuran. Dari hasil pengujian sensor tekanan maka perubahan tekanan tersebut diterima sebagai *input* pada sensor tekanan sesuai dengan *setting* yang dikehendaki. Dapat dilihat bahwa sensor tekanan ini dapat menghasilkan *output* tegangan yaitu 1 – 5 VDC yang menjadi *input* untuk *inverter*.

Tabel1. Hasil Pengujian Sensor Tekanan

Posisi roll piston dari titik awal (L)	Tinggi Silinder	Volume $\pi \times r^2 \times L$	Tekanan Silinder P1.V1=P2.V2	Perubahan voltage
0 cm	5 cm	62,8 cm <sup>3</sup>	4 Kg/cm <sup>2</sup>	2,6 V
1 cm	5 - 1 = 4 cm	50,24 cm <sup>3</sup>	5 Kg/cm <sup>2</sup>	3 V
2 cm	5 - 2 = 3 cm	37,68 cm <sup>3</sup>	6,66 Kg/cm <sup>2</sup>	3,5 V
3 cm	5 - 3 = 2 cm	25,12 cm <sup>3</sup>	10 Kg/cm <sup>2</sup>	5 V

Keterangan: posisi saat 0 cm merupakan *setting* awal alat dengan tekanan 4 Kg/cm<sup>2</sup>

### Pengujian *Inverter* dan Motor Listrik AC

Dari hasil pengujian *inverter* yang sudah dilakukan setelah mendapat input tegangan dari sensor tekanan 1 – 5 VDC yaitu menghasilkan *output* frekuensi 50 Hz pada saat mendapat tegangan 5 VDC, 35 Hz pada saat mendapat tegangan 3,5 VDC, 30 Hz pada saat mendapat tegangan 3VDC, dan 26 Hz pada saat mendapat tegangan 2,6 VDC.

Hal tersebut di atas bisa di *setting/ adjustment/program* sesuai yang dikehendaki yang ada pada *referensi/ buku panduan/ manual book*.

Dari hasil pengujian putaran motor setelah terjadi perubahan frekuensi pada *inverter* dan tegangan tetap 220 V maka pada saat frekuensi 50 Hz RPM motor 2820 (sesuai dengan spesifikasi yang tercantum pada *casing/body* motor), selanjutnya pada saat frekuensi 35 Hz RPM mo-

tor 2058, pada saat frekuensi 30 Hz RPM motor 1764, dan pada saat frekuensi 26 Hz RPM motor 1528.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Inverter dan Motor Listrik AC**

Input Tegangan	Presentase	Output Frekuensi	RPM
			$n_g = 120/P$
2,6 VDC	52%	26 Hz	1528
			1764

**Pengujian Keseluruhan**

Dari hasil pengujian keseluruhan pada saat 1 tebu dengan panjang 30 cm dimasukkan *roll* pe-meras tanpa menggunakan sistem kontrol menghasilkan 11 cc sari te-bu, sedangkan pada saat 1 tebu dengan panjang 30 cm dimasukkan *roll* pemeras menggunakan sistem kontrol diantaranya silinder pneumatik, sensor tekanan, dan *inverter* menghasilkan 15 cc sari tebu.

**Tabel3. Hasil Pengujian Keseluruhan**

Tebu	Hasil Perasan Tebu (cc)	
	Tanpa Sistem Kontrol	Dengan Sistem Kontrol
1 tebu panjang 30 cm	11 cc	15 cc

**KESIMPULAN**

Perancangan mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan memerlukan alat atau komponen: (a) *roll* pemeras, (b) *accumulator*, (c) silinder pneumatik, (d) sensor tekanan, (e) *inverter*, dan (f) motor listrik AC. Perakitan mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan hal pertama yang dirakit yaitu merakit mesin pemeras tebu yaitu 4 kaki penyangga, *roll* pemeras, motor listrik AC, dan silinder pneumatik. Setelah merakit mesin pemeras tebu yaitu melakukan perakitan rangkaian kontrol mesin pemeras tebu.

Hasil uji kinerja sistem kontrol mesin pemeras tebu dengan sistem kontrol menggunakan sensor tekanan sudah dapat bekerja dengan baik dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

**DAFTAR RUJUKAN**

Achyanto, Djoko. 1986. *Mesin – Mesin Listrik*. Jakarta: Erlangga.  
 Autonics 6<sup>th</sup> Total Catalogue. 2005  
<http://eviandrianimosy.blogspot.com/2010/05/pengertian-sistem-kendali.html>, diakses tanggal 5 juli 2011.  
<http://psikek.wordpress.com/ekonomi/pengolahan-tebu/>, diakses tanggal 27 mei 2011.  
[http://www.tokomesin.com/Mesin Pemer as Tebu Mesin Giling tebu Mesin Penggiling Tebu.html](http://www.tokomesin.com/Mesin_Pemeras_Tebu_Mesin_Giling_tebu_Mesin_Penggiling_Tebu.html), diakses tanggal 29 juni 2011.  
 OMRON User’s Manual SYSDRIVE 3G3EV (standard models) Compact Low–noise Inverter. 1999  
 Ramdhani, Mohamad. 2008. *Rangkaian Listrik*. Jakarta: Erlangga.  
 Silaban, Pantur. 1981. *Dasar – Dasar Elektronik*. Jakarta: Erlangga.  
 Sugihartono. 1996. *Dasar – Dasar Kontrol Pneumatik*. Bandung: Tarsito  
[www.dunia-listrik.blogspot.com](http://www.dunia-listrik.blogspot.com), diakses tanggal 29 juni 2011.  
[www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com), diakses tanggal 29 juni 2011