

PERANCANGAN MESIN PEMOTONG KAWAT BENDRAT DI PT. SURABAYA WIRE

Jason Nathaniel¹⁾, Joni Dewanto²⁾, Dharma S.N.³⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia

Phone: +62-31-8439040, Fax: +62-31-8417658

E-mail : m24412038@john.petra.ac.id¹⁾, jdewanto@peter.petra.ac.id²⁾, subwire98@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Persaingan ketat di dunia industri seringkali menuntut pengusaha untuk menggunakan proses otomasi agar dapat meningkatkan kinerja mereka. Proses penimbangan dan pemotongan yang ada pada PT. Surabaya Wire masih manual dan membutuhkan waktu yang lama, sehingga dibutuhkan sebuah alat yang dapat memisahkan 1 kg kawat bendrat dan memotongnya secara otomatis. Proses ini dibagi menjadi dua bagian besar yaitu bagian pemisahan 1 kg kawat bendrat dan bagian pemotongan. Konsep dasar untuk memisahkan 1 kg kawat bendrat adalah dengan menggunakan panjangnya sebagai acuan. Ketika panjang kawat bendrat sudah sama dengan 1 kg, maka gulungan kawat akan dipisahkan dan dilanjutkan ke proses pemotongan. Bagian pemotongan menggunakan konsep sebuah tang potong namun lengan pemotong dimodifikasi agar dapat dilewati oleh gulungan kawat yang jatuh dari mesin coiler dan akhirnya dapat dipotong. Simulasi akan dilakukan terlebih dahulu sebelum proses fabrikasi.. Simulasi hanya dilakukan pada bagian pengambilan 1 kg. Simulasi yang dilakukan gagal karena pengambilan kawat tersebut ketika ditimbang terbaca 1.57 kg. Sehingga dibutuhkan penyesuaian lebih lanjut agar rancangan dapat berhasil.

Kata kunci: kawat bendrat, pemotong, perancangan, makalah, jurnal mechanova, teknik mesin

1. Pendahuluan

Persaingan yang ketat di dunia industri seringkali menuntut para pengusaha untuk berinovasi dan juga meningkatkan kinerja mereka. Tidak dapat dihindari proses otomasi menjadi salah satu solusinya. Hal ini juga dibutuhkan oleh PT. Surabaya Wire, dimana mereka memproduksi berbagai macam produk seperti, paku, kawat bendrat, dan kawat potong.

Proses *packaging* pada produk kawat bendrat 1 kg diawali dengan mengisi tempat penampung gulungan kawat (*boom*), proses ini dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah *boom* tersebut penuh, maka gulungan kawat akan dituang ke lantai untuk mempermudah penimbangan dan pemotongan, proses ini dapat dilihat pada Gambar 2. Gulungan kawat tersebut ditimbang dan dipotong setiap 1 kg. Proses timbang dan potong dapat dilihat pada Gambar 3.

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses ini adalah sekitar 53 detik. Waktu ini tidak seimbang dengan waktu produksi kawat bendrat, sehingga seringkali gulungan kawat pada *boom* menunggu untuk ditimbang dan dipotong. Tentu saja dibutuhkan minimal dua orang untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

Sehingga tujuan dari perancangan ini adalah untuk mempercepat proses tersebut dengan merancang sebuah mesin pemotong kawat bendrat. Selain itu perusahaan dapat mengurangi jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

Perancangan mesin ini bermanfaat untuk meningkatkan keuntungan perusahaan dalam hal mengurangi jumlah pekerja dalam pekerjaan ini dan juga kecepatan proses produksi. Selain itu dengan

mengurangi jumlah pekerja, maka secara tidak langsung akan mengurangi biaya produksi kawat bendrat tersebut.



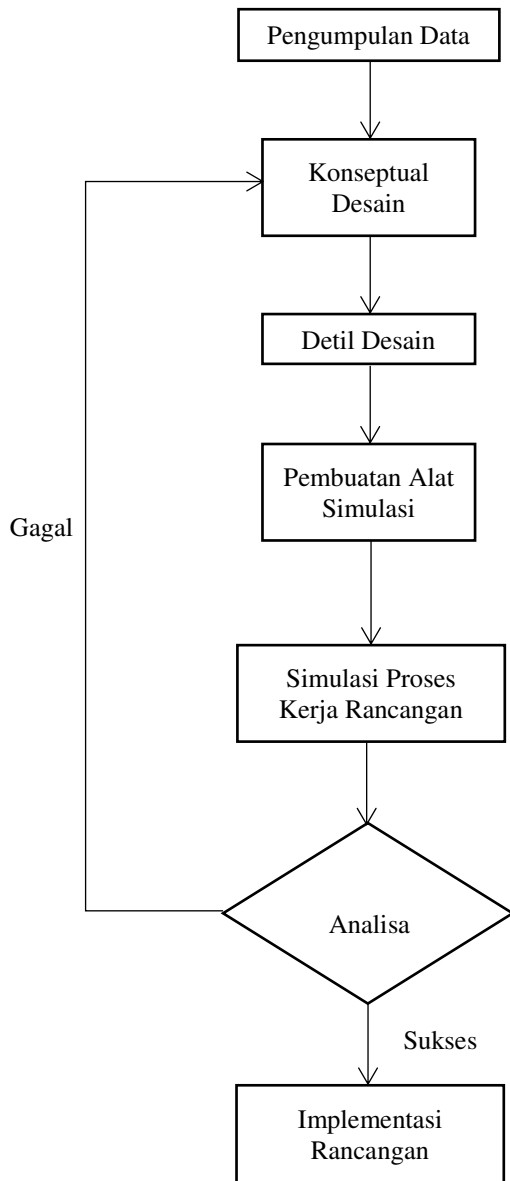
Gambar 1. Posisi gulungan kawat pada mesin *coiler* dan *boom* sebagai penampung kawat [9]

Data yang didapatkan untuk menunjang rancangan ini adalah sebagai berikut:

- Material kawat : SAE 1008
- Berat kawat bendrat 100 meter : 0.47 kg
- Kecepatan *coiler* kawat : 6.8 m/s
- Jenis gulungan kawat : 1 kg dengan toleransi ± 0.02 kg
- Diameter kawat : 0.81 mm
- 1 kg kawat = ± 250 lilitan

2. Metode Penelitian

Proses *flowchart* perancangan dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. *Process flowchart* dari perancangan

Perancangan akan dimulai dengan mengumpulkan data sebanyak mungkin mengenai cara kerja pemotongan kawat bendrat, waktu yang dibutuhkan, dan juga tata letak ruang untuk proses pemotongan tersebut. Selain itu data mengenai material kawat dan material rancangan juga dikumpulkan.

Dari data tersebut dilakukan proses perancangan secara konseptual. Dalam perancangan ini, perlu diperhatikan konsep penyelesaian masalah yang ada dan komponen apa yang digunakan. Konsep dasar dari rancangan ini dibagi menjadi dua bagian besar yaitu: bagian pengukur dan pemotong. Rancangan ini akan dipasang ke sebuah *coiler* yang digunakan pada perusahaan tersebut. Setelah itu dirancang sebuah desain yang lebih detil menggunakan *software* Autodesk Inventor 2016.

Tujuan utama dari bagian pengukuran ini adalah untuk memisahkan kawat dari gulungan kawat dengan berat tertentu, dalam hal ini difokuskan pada jenis bendrat 1 kg karena jumlah penjualan kawat bendrat jenis ini adalah yang paling tinggi. Sedangkan bagian pemotong bertujuan untuk memotong kawat yang sudah diukur pada bagian pengukuran. Prinsip kerjanya mengikuti prinsip sebuah tang potong, dimana menggunakan tegangan geser untuk memotong sebuah benda.

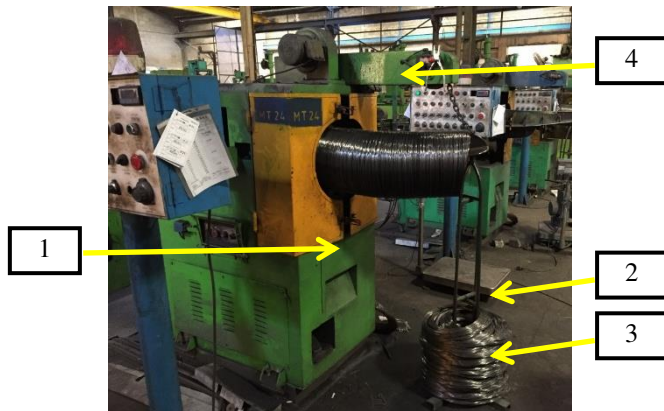
Setelah rancangan dibuat dan disetujui oleh pihak perusahaan, maka alat simulasi dibuat, dimana seluruh rancangan tidak dibuat, namun hanya sebagian dari komponen rancangan saja. Alat tersebut kemudian dipasangkan pada mesin *coiler* yang ada. Selanjutnya simulasi dilaksanakan pada lokasi pemotongan kawat tersebut. Selama simulasi dilakukan pencatatan untuk mengetahui perbedaan rancangan secara teori dengan rancangan yang bekerja pada kondisi lapangan sebenarnya. Jika simulasi sukses maka akan dilanjutkan pada implementasi rancangan, akan tetapi pada tugas akhir ini tidak dilakukan implementasi karena keterbatasan waktu dan pengadaan barangnya. Jika simulasi gagal maka perancangan harus diulang dari konseptual desainnya.

3. Pembahasan

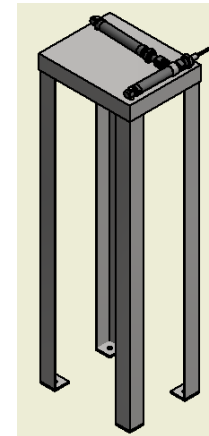
Konsep Perancangan

Proses kerja pemotongan kawat bendrat tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu proses pengambilan 1 kg dan proses pemotongan 1 kg kawat. Proses pengambilan 1 kg kawat tidak dilakukan dengan penimbangan, namun dengan menghitung panjang dari kawat tersebut. Dari data yang ada (100 m = 0.47 kg) dapat ditentukan panjang untuk 1 kg kawat tersebut. Proses pemisahan kawat yang sudah terhitung 1 kg menggunakan sebuah lengan aktuator pneumatik. Gulungan kawat yang sudah dipisahkan akan dijatuhkan ke sebuah *tray* dengan gravitasi dimana akan tersisa sebuah untaian kawat yang menghubungkan kawat pada mesin *coiler* dan gulungan kawat 1 kg tersebut. Proses pemotongannya akan menggunakan konsep sebuah tang potong. Sehingga untaian kawat tersebut akan dipotong dengan sebuah pemotong yang dirancang seperti sebuah tang potong. Setelah itu *tray* akan menggeser gulungan kawat ini untuk masuk ke proses selanjutnya.

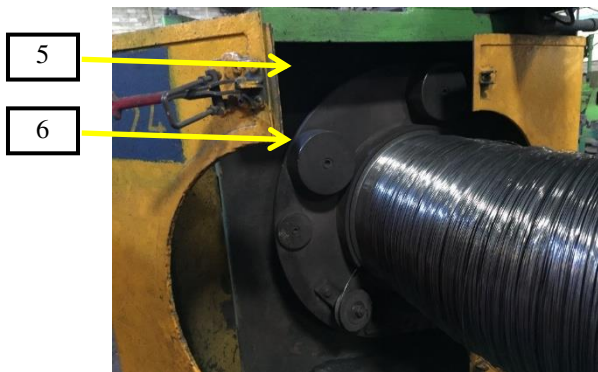
Dari semua data pendukung tersebut maka konsep rancangannya dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Posisi sensor meja pneumatik, meja pemotong, *slider tray*, dan *stopper* [9]

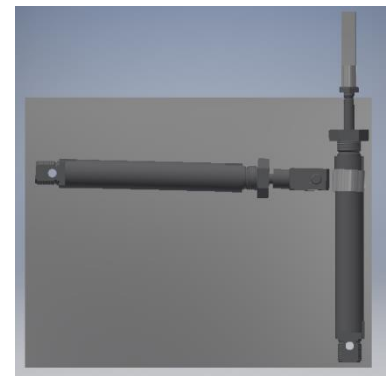


Gambar 5. Rancangan meja pneumatik [9]

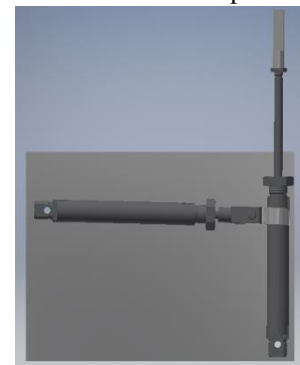


Gambar 4. Posisi sensor *photoelectric & reflective tape* [9]

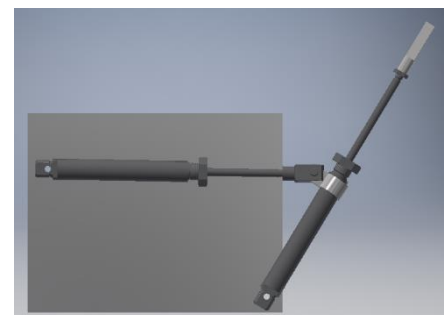
Skema pergerakan kedua aktuator pneumatik pada meja pneumatik dapat dilihat pada Gambar 6 – 8 di bawah ini.



Gambar 6. Posisi 1 aktuator pneumatik



Gambar 7. Posisi 2 aktuator pneumatik



Gambar 8. Posisi 3 aktuator pneumatik

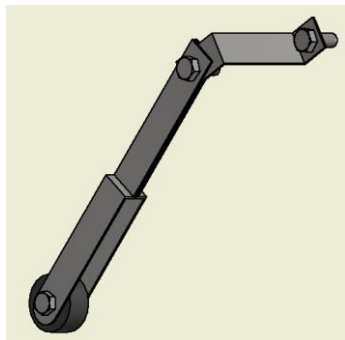
Proses kerja dari konsep rancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor *photoelectric* digunakan untuk mendeteksi putaran pada mesin *coiler*, dimana prinsip kerja sensor ini adalah setiap ada gangguan pada cahaya yang dipancarkan olehnya, maka akan menjadi input [1]. Alat ini dipasang di posisi 5 pada Gambar 4 dan sebuah *reflective tape* dipasang di posisi 6 pada gambar yang sama. Sensor ini juga dihubungkan dengan sebuah sensor *counter*. Ketika *coiler* berputar maka sensor *photoelectric* akan menerima pantulan cahaya dari *reflective tape*, pada saat ini *counter* akan menghitung. Begitu seterusnya hingga jumlah putaran yang diinginkan, yaitu sejumlah 1 kg. *Counter* akan di *set* terlebih dahulu berapa hitungan yang dibutuhkan untuk mendapatkan 1 kg dan ia akan memberikan sinyal ke aktuator pneumatik pada langkah selanjutnya.

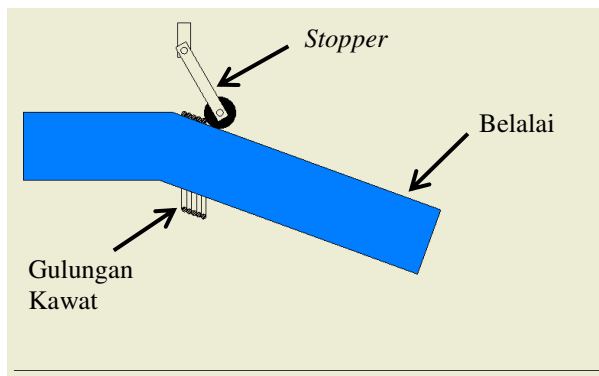
2. Aktuator pneumatik yang terdapat pada meja lengan pneumatik akan menerima sinyal dari sensor *counter* tersebut. Posisi meja pneumatik dapat dilihat di posisi 1 pada Gambar 3. Aktuator pneumatik tersebut akan menggerakkan lengannya untuk memisahkan kawat dari gulungan tersebut. Sehingga didapatkan gulungan kawat seberat 1 kg. Rancangan meja pneumatik ini dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.

Posisi 1 adalah ketika kedua aktuator tersebut menunggu sinyal dari sensor *counter* untuk memberikan informasi bahwa gulungan kawat sudah memenuhi jumlah yang diinginkan. Posisi 2 adalah ketika lengan aktuator 1 merenggang dan memisahkan gulungan kawat tersebut. Posisi 3 adalah ketika lengan aktuator 2 merenggang dan menyebabkan aktuator 1 untuk berotasi dan menggeser gulungan kawat tersebut. Selanjutnya kedua aktuator akan kembali ke posisi 1. Penghubung yang dipakai antar aktuator adalah dengan sebuah *clamp* yang menggunakan sebuah *clevis rod* sebagai perantara.

3. *Stopper* yang dipasang di posisi 4 pada Gambar 3 berfungsi untuk menghentikan kawat agar tidak jatuh karena posisi poros mesin yang mengarah ke lantai. Ketika aktuator pneumatik menggeser gulungan kawat 1 kg, maka akan mengenai *stopper* dan membukanya agar kawat ini dapat jatuh. Setelah kawat ini jatuh maka *stopper* akan kembali ke posisi semula dan menghentikan kawat dibelakangnya agar tidak jatuh. Rancangan *stopper* ini dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini, sedangkan posisi *stopper* pada mesin *coiler* dapat dilihat pada Gambar 10.

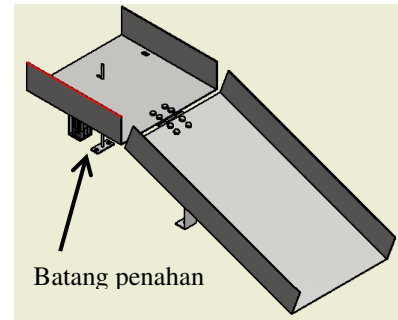


Gambar 9. Rancangan *stopper* [9]

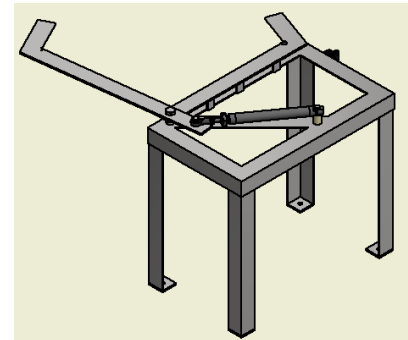


Gambar 10. Skema posisi *stopper*

4. Kawat akan jatuh pada *slider tray* dan terdapat untaian kawat sepanjang jatuhnya kawat tersebut. Untaian kawat inilah yang akan dipotong oleh meja pemotong selanjutnya. Rancangan *slider tray* dan meja pemotong dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12 di bawah ini.

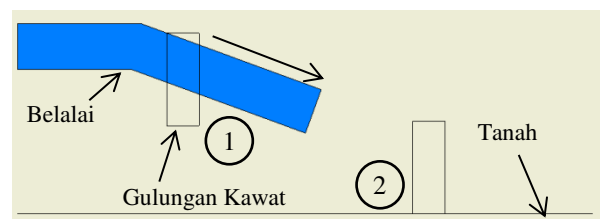


Gambar 11. Rancangan *slider tray* [9]



Gambar 12. Rancangan meja pemotong [9]

Posisi dari meja pemotong dapat dilihat di posisi 2 pada Gambar 3, selain itu posisi dari *slider tray* juga berada di posisi 3 pada gambar yang sama. *Slider tray* tersebut akan menerima jatuhnya gulungan kawat dari belalai pada *coiler*, sehingga dilakukan simulasi jatuhnya gulungan kawat untuk mengetahui bagaimana sifat gulungan kawat ketika jatuh dari belalai tersebut. Posisi gulungan kawat yang diharapkan adalah horisontal agar memudahkan proses pemotongannya. Skema dari simulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.

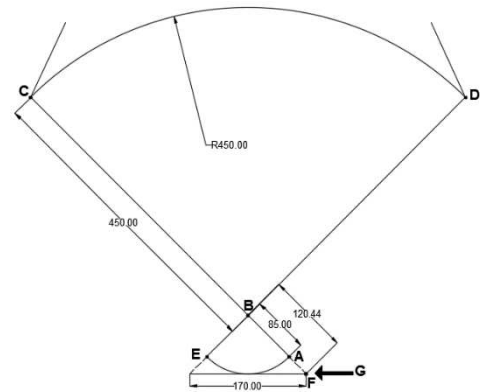


Gambar 13. Skema gulungan kawat jatuh

Dari skema simulasi tersebut dapat terlihat bahwa gulungan kawat bergerak dari posisi 1 ke posisi 2 sesuai dengan arah gerakannya. Namun posisi jatuhnya gulungan kawat tidak sesuai dengan harapan. Gulungan kawat tersebut tetap pada posisi vertikal. Oleh karena itu dirancang sebuah batang penahan yang berada di bawah *slider tray* yang dapat mengubah posisi gulungan kawat tersebut menjadi horisontal. Gulungan kawat yang jatuh akan tersangkut oleh batang penahan ini dan akhirnya merubah posisinya menjadi horisontal pada naman. Rancangan batang penahan ini dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rancangan batang penahan [9]



Gambar 15. Diagram kesebangunan alat pemotong

5. Sebuah sensor *limit switch* dipasang pada *slider tray* untuk memberikan sinyal ke aktuator pada meja pneumatik, dimana input dari sensor ini adalah dari kontak fisik benda pada aktuator sensor itu sendiri [6]. Kawat yang jatuh tersebut akan menekan *limit switch* tersebut. Aktuator ini akan menggerakkan pahat dan memotong untaian kawat tersebut.
6. Setelah aktuator pneumatik memotong kawat, lengan pemotong akan menekan *limit switch* dan akan memberikan sinyal ke aktuator pneumatik yang terdapat pada *slider tray* untuk mengangkat nampan agar gulungan kawat yang sudah terpotong tersebut dapat tergeser ke *slider* untuk diproses lebih lanjut.

Perhitungan Gaya Pemotongan Kawat

Gaya yang dibutuhkan untuk memotong kawat perlu dihitung agar dapat ditentukan gaya yang dibutuhkan oleh aktuator pneumatik untuk mendorong lengan pahat. Dari gaya ini juga dapat ditentukan tekanan kompresor yang dibutuhkan. Data yang dipakai adalah diameter kawat bendrat yaitu 0.81 mm dan *ultimate tensile strength* dari material kawat bendrat yaitu sebesar 340 N/mm². Dari data tersebut ditemukan gaya yang dibutuhkan oleh aktuator pneumatik untuk mendorong lengan pahat adalah sebesar 131.4 N.

Selain itu perlu dihitung juga tekanan yang dibutuhkan agar dapat mencapai gaya tersebut. Dengan menggunakan diameter *bore* aktuator sebesar 25 mm, maka tekanan yang dibutuhkan oleh aktuator pneumatik tersebut adalah 0.27 N/mm² atau 270 kPa. Sehingga dibutuhkan kompresor dengan tekanan kerja lebih tinggi dari tekanan yang dibutuhkan tersebut.

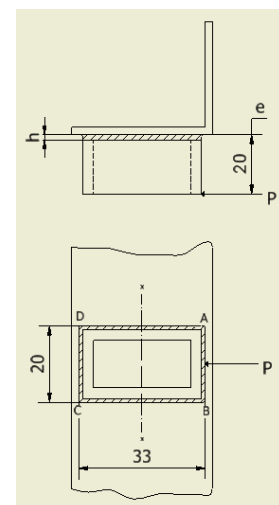
Mekanisme Aktuator Pneumatik

Penentuan *stroke* aktuator pneumatik untuk menggerakkan alat pemotong ini ditentukan dengan cara diagram kesebangunan. Komponen yang terlibat digambarkan pada diagram tersebut dengan skala dan ukuran yang sebenarnya. Setelah itu diukur berapa panjang atau *stroke* yang diperlukan agar alat pemotong dapat mencapai radius potong tersebut. Diagram kesebangunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 15 di bawah ini.

Diagram di atas digambarkan mulai dari komponen yang terdapat pada alat pemotong tersebut. Garis ABC merupakan lengan pemotong atas dan garis EBD merupakan lengan pemotong bawah, dimana keduanya berporos pada titik B. Diketahui bahwa radius antara lengan pemotong atas dengan lengan pemotong bawah adalah 450 mm dimana ukuran ini disesuaikan dengan diameter gulungan kawat yaitu sekitar 300 mm. Sehingga dibutuhkan aktuator pneumatik yang dapat mencapai radius ini. Oleh karena itu poros pada titik B dan lengan AB merupakan penerima gerakan dari aktuator pneumatik dan melanjutkannya ke lengan BC. Sehingga untuk menggerakkan lengan AB sebesar 85 mm diperlukan titik F dan arah gerakan aktuator pneumatik yaitu G. Untuk mencapai radius dari titik A ke E secara horisontal dibutuhkan 170 mm. Sehingga ditemukan *stroke* yang dibutuhkan adalah 170 mm untuk menggerakkan lengan BC sebesar 450 mm.

Perhitungan Las

Lengan pahat bagian bawah ditopang oleh sebuah *support* baja yang di las. Bagian ini memiliki peluang tertinggi untuk mengalami deformasi karena menerima gaya potong secara langsung dari lengan pahat bagian atas. Oleh karena itu perlu dihitung tinggi kaki las yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan pada las [4].



Gambar 16. *Free body diagram support* lengan pahat bawah

Dari *free body diagram* pada Gambar 16 didapatkan data-data pendukung untuk menghitung tinggi kaki las (h), berikut datanya:

- AB = 20 mm
- BC = 33 mm
- e = 20 mm
- P = 131.4 N
- Syp = 250 MPa (Baja ST-42)

Dari data di atas dapat ditemukan tinggi kaki las minimum yang diperlukan agar tidak rusak setelah menerima gaya potong yaitu sebesar 0.0183 mm. Hasil ini dapat diabaikan karena kecilnya kaki las tersebut.

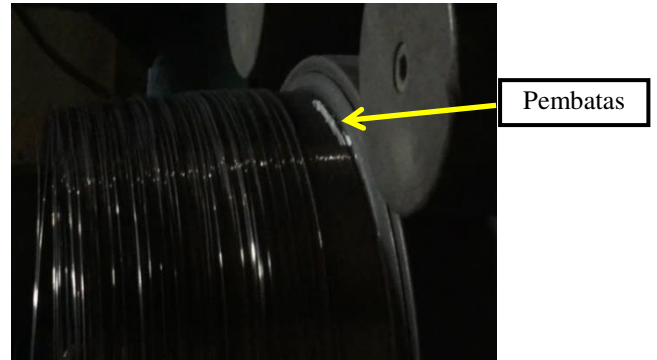
4. Simulasi dan Analisa

Dari alat pemotong yang dirancang maka dilakukan sebuah simulasi sebelum melanjutkan ke tahap fabrikasi. Tahap ini diperlukan untuk mengetahui apakah mekanisme dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Dalam pelaksanaan simulasi ini, hanya digunakan beberapa komponen karena terbatasnya pengadaan bahan untuk membuat alat ini. Simulasi ini hanya mencakup bagian pengambilan gulungan kawat sebanyak 1 kg karena bagian ini membutuhkan ketelitian yang tinggi.

Alat yang difabrikasi untuk simulasi hanya meja pneumatik saja dengan satu aktuator pneumatik untuk menusuk gulungan kawat. Selain itu komponen yang digunakan pada simulasi ini adalah: *control valve*, *proximity sensor*, sensor *counter*, sensor *timer*, relay, dan *power supply*. Sensor *photoelectric* diganti dengan sensor *proximity* karena terbatasnya pengadaan barang, namun tetap bisa digunakan untuk mendeteksi putaran mesin *coiler*.

Langkah-langkah simulasi untuk pemisahan gulungan kawat 1 kg yang akan dilakukan adalah:

1. Memasang komponen simulasi pada tempatnya. Pemasangan komponen juga disesuaikan dengan kondisi lapangan. Karena ada komponen yang perlu dipegang, maka pemegang juga siap pada posisi masing-masing.
2. Pada meja pneumatik akan dipasang aktuator pneumatik yang terhubung dengan *control valve* yang dihubungkan ke sebuah kompressor. Semua sensor dihubungkan satu sama lainnya dan sensor *counter* akan terhubung dengan *control valve*. *Proximity* sensor dipasang pada poros mesin *coiler*. Roda karet dipegang dan diletakkan pada bagian belalai mesin *coiler*.
3. Setiap komponen diperiksa dan dicoba dinyalakan terlebih dahulu agar tidak terjadi *error* pada komponen saat simulasi.
4. Sensor *counter* diatur pada angka 250 untuk menentukan 1 kg gulungan kawat.
5. Mesin *coiler* dinyalakan hingga angka pada sensor *counter* menandakan angka 250. Setelah itu gulungan kawat ditandai dengan sebuah cairan pengoreksi, agar posisinya dapat terlihat. Tanda pada gulungan kawat ini dapat dilihat pada Gambar 17 di bawah ini.



Gambar 17. Pembatas pada gulungan kawat [9]

6. Mesin *coiler* dinyalakan kembali dan gulungan kawat diamati. Setelah gulungan kawat yang ditandai sebelumnya sejajar dengan lengan aktuator pneumatik, maka angka pada sensor *counter* akan dicatat. Angka inilah yang menjadi acuan 1 kg gulungan kawat tersebut jika mesin dinyalakan dari awal dimana belum ada hasil kawat gulung di belalai.

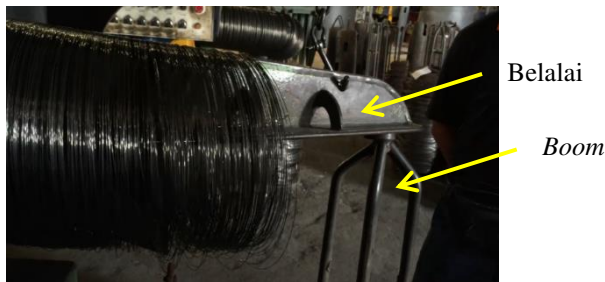
7. Gulungan kawat yang dipisahkan oleh aktuator pneumatik tersebut dipotong dan ditimbang apakah termasuk dalam toleransi 1 kg yang diinginkan. Proses ini juga sebagai bentuk validasi apakah perhitungan dengan panjang kawat mampu mendapatkan 1 kg kawat.

8. Jika berat gulungan kawat tersebut sesuai maka angka yang didapatkan pada langkah 6 dijadikan acuan pada sensor *counter* dan mesin *coiler* dinyalakan kembali setelah itu ditimbang apakah acuan baru ini bisa mendapatkan gulungan kawat 1 kg. Jika berat gulungan kawat tersebut tidak sesuai maka dilakukan lagi langkah 5 dan 6.

Analisa Simulasi

Semua komponen yang dipasang berjalan dengan baik, namun ada beberapa kendala yang menghambat simulasi ini, yaitu:

1. Salah satunya adalah kesulitan dalam mengontrol posisi belalai agar tetap diam. Ketika mesin *coiler* dinyalakan tanpa diisi kawat belalai tetap diam dan tidak mengikuti putaran *coiler*. Namun ketika mesin *coiler* diisi kawat, maka belalai cenderung berputar sehingga dapat menghambat laju kawat. Kendala ini ditemukan setelah simulasi akan dilakukan, oleh karena itu posisi belalai tidak dapat berubah sehingga tetap menggunakan *boom* untuk menjaga belalai agar tidak berputar. Karena kendala ini maka rancangan pada bagian pemotongan tidak dapat digunakan karena posisinya digantikan oleh *boom*. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut bagaimana mengatasi berputarnya belalai ini. Posisi dari belalai dan *boom* dapat dilihat pada Gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Posisi Belalai dan boom [9]

2. Pada awalnya *stopper* digunakan secara manual, yaitu dengan menggunakan sebuah roda karet dan dipegang oleh tangan. Namun karena alasan keamanan cara ini tidak dapat digunakan sehingga simulasi komponen *stopper* tidak dapat dilakukan sehingga terjadi pergeseran kawat yang tidak tentu.

3. Pada langkah ke-8, dimana mesin *coiler* dinyalakan dengan acuan yang baru, terjadi kegagalan yaitu ketika gulungan kawat tersebut ditimbang. Timbangan menunjukkan angka 1.57 kg dimana deviasinya sangat tinggi yaitu 0.55 kg. Hasil timbangan dapat dilihat pada Gambar 19 di bawah ini. Deviasi ini melebihi batas toleransi berat dari produk ini. Acuan *counter* yang ditemukan adalah 652, sehingga jika ditambahkan dengan 250 menjadi 902 kali berputar untuk mendapatkan 1 kg. Dari pengamatan yang ada, hal ini terjadi karena adanya penumpukan antar kawat pada gulungan, diameter kawat yang merenggang jika posisi gulungan semakin jauh dari posisi *start* mesin *coiler*, dan pergeseran kawat yang tidak pasti karena tidak adanya *stopper*. Pada posisi *start* mesin *coiler* diameter gulungan kawat masih konstan, namun semakin menjauhnya gulungan kawat, diameternya semakin besar, sehingga menyebabkan berat yang berlebih.



Gambar 19. Hasil timbangan dengan 902 lilitan kawat [9]

Meskipun terjadi beberapa kendala tersebut, ditemukan beberapa tanda bahwa rancangan dan simulasi ini dapat berhasil, yaitu:

1. Pada langkah ke-7 terlihat angka yang ditunjukkan pada timbangan adalah 0.97 kg, dimana deviasi sangat kecil dari toleransi ± 0.02 kg. Hasil timbangan dapat dilihat pada Gambar 20 di bawah ini. Hasil penimbangan ini membuktikan bahwa perhitungan dengan panjang kawat berhasil, namun permasalahannya hanya terletak pada penanda 1 kg tersebut yaitu pada posisi lengan pemisah. Selain itu terjadi kendala-kendala yang sudah disebutkan di atas.



Gambar 20. Hasil timbangan dengan 250 lilitan kawat [9]

2. Sensor untuk membaca putaran mesin *coiler* tidak perlu menggunakan jenis *photoelectric*, dimana sensor jenis ini lebih mahal. Dari simulasi ini juga membuktikan bahwa sensor *proximity* saja sudah cukup untuk membaca putaran mesin *coiler*.

3. Rangkaian elektrikal dan komponen sensor lainnya berfungsi dengan baik dan sesuai dengan harapan. Lengan pemisah juga menyala sesuai dengan sinyal dari sensor *counter*.

Simulasi yang dilakukan dapat memberikan informasi mengenai kelemahan dan kelebihan dari rancangan ini. Kekurangan yang ditemukan dari rancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Cara menghitung 1 kg gulungan kawat tersebut memiliki kelemahan karena dasar perhitungannya adalah panjang dari kawat tersebut, maka jika terjadi perubahan diameter pada kawat maka akan terjadi deviasi pada beratnya. Sehingga jika terjadi perubahan ini, perlu dilakukan kalibrasi ulang pada acuan sensor *counter*, sehingga membuang banyak waktu bagi operator untuk melakukan hal ini.

2. Proses pengambilan 1 kg gulungan kawat dilakukan di belalai juga memiliki kelemahan, dimana tingkat *error* tinggi yang diakibatkan oleh banyak faktor yang sudah disebutkan di atas. Sehingga perlu diteliti lagi untuk mengatasi faktor tersebut.

3. Jika kompresor mengalami kegagalan maka mekanisme tidak dapat berjalan.

Simulasi ini juga memberikan informasi mengenai kelebihan yang dimiliki oleh rancangan ini yaitu:

1. Pemasangan komponennya mudah dan sangat fleksibel. Tidak terikat satu sama lainnya, selain itu dapat disesuaikan dengan mesin *coiler* yang berbeda.
2. *Maintenance* untuk mesin ini mudah, karena alat yang digunakan umum dan bagian elektrikal pun tidak rumit.
3. Fabrikasi komponen mudah karena menggunakan material yang umum digunakan dan biaya yang dibutuhkan tidak terlalu tinggi.
4. Kecepatan mesin ini menyesuaikan dengan kecepatan mesin *coiler*, sehingga dengan kecepatan yang berbeda pun mesin ini dapat digunakan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan simulasi mesin pemotong kawat bendrat ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari simulasi yang dilakukan, terlihat bahwa rancangan dapat memenuhi tujuan penelitian ini. Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk melakukan proses pemotongan dapat dikurangi dan juga waktu proses pengambilan hingga pemotongan kawat dapat berkurang lebih dari 50%. Waktu tersebut dapat dicapai karena hasil simulasi untuk mengambil kawat sebanyak 1 kg membutuhkan ± 35 detik, sehingga yang tersisa hanyalah proses pemotongan kawat, dimana proses tersebut langsung dilakukan setelah pengambilan kawat sebelumnya.
2. Simulasi hanya dilakukan pada bagian pengambilan gulungan kawat 1 kg dan dianggap belum berhasil karena deviasi berat sebesar 0.55 kg dari 1.02 kg. Namun dari hasil yang ada, dapat terlihat simulasi ini dapat berhasil jika dilakukan penyesuaian pada posisi lengan pemisahannya dan simulasi kembali hingga sesuai dengan yang diinginkan.
3. Timbulnya masalah baru yaitu putaran yang ditimbulkan oleh mesin *coiler* dapat menyebabkan belalai untuk berputar, sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menyelesaikan masalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alciatore, D. G., & Hstand, M. B. (2012). *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
2. *Azo Materials*. (2016, 5). Retrieved from www.azom.com
3. Beer, F. (2010). *Vector Mechanics for Engineers. Statics and Dynamics*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
4. Deutschmann, A. D. (1975). *Machine Design: Theory and Practice*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
5. Gere, J. M., & Goodno, B. (2009). *Mechanics of Materials*. Canada: Cengage Learning.
6. Giancoli, D. (2005). *Physics: Principle with Application* (6th ed.). United States of America: Pearson Prentice Hall.
7. Herman, S. L. (2009). *Industrial Motor Control*. Cengage Learning.
8. Hosford, W. (1993). *Metal Forming, Mechanics & Metallurgy* (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
9. Dengan izin dari PT. Surabaya Wire.