

Pengaruh Titik Didih *Solvent* Terhadap Nilai *Transfer Efficiency* (TE) Proses Pengecatan Atomisasi

Nur Islahudin^{1*}, Helmy Rahadian², Pramudi Arsiwi³

^{1,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Imam Bonjol No.207, Pendrikan Kidul, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah 50131

*E-mail: nur.islahudin@dsn.dinus.ac.id

Received: 08-01-2020; Accepted: 16-04-2020; Published online: 23-04-2020

Abstrak

Paper ini ingin mengetahui pengaruh titik didih *solvent* dari komponen material cat terhadap nilai *transfer efficiency* (TE) proses pengecatan menggunakan *spray* atomisasi pada pengecatan produk berbahan plastik. Pemilihan jenis *solvent* saat ini masih berorientasi pada harga dan kemampuan melarutkan *solvent* terhadap material cat. Dalam aplikasi proses pengecatan selain membutuhkan daya larut, material cat harus dapat menghasilkan kualitas *spray* atau atomisasi yang baik saat proses pengecatan. Atomisasi pengecatan yang baik dapat dilihat dari jumlah *overspray* yang terjadi saat proses pengecatan. *Overspray* yang terjadi pada proses pengecatan akan mempengaruhi kualitas hasil dari proses pengecatan. Salah satu cara untuk menghitung *overspray* proses pengecatan dapat dilakukan dengan cara mengukur nilai transfer efisiensi dari proses pengecatan. Nilai TE merupakan cara untuk menghitung jumlah material cat yang melapisi permukaan produk dibandingkan dengan jumlah total material cat yang dibutuhkan untuk proses pengecatan sehingga jumlah *overspray* dapat diketahui dari hasil pengukuran nilai TE. Salah satu parameter dari *solvent* yang sangat erat hubungannya dengan *overspray* adalah titik didih *solvent*. Dari hasil pengujian awal diperoleh bahwa *solvent butyl acetate* dan *butyl cellocove* mempunyai daya larut (*solubility*) baik terhadap jenis cat *Nitrocellulose* (NC). Hasil pengujian destilasi dua jenis *solvent* menunjukkan bahwa *butyl acetate* mempunyai nilai titik didih rendah dan *butyl cellosove* mempunyai titik didih medium. Selanjutnya hasil perhitungan nilai TE kedua jenis *solvent* ini diperoleh hasil bahwa *solvent butyl cellosove* mempunyai nilai TE lebih baik (20,2%) dibandingkan nilai TE *solvent butyl acetate* (16,0%). Hal ini menunjukkan bahwa *solvent* dengan titik didih medium mempunyai nilai TE yang lebih baik dari *solvent* dengan titik didih rendah.

Kata kunci: Atomisasi; *Solvent*; *Transfer Efisiensi*

Abstract

This paper wants to find out the effect of the solvent boiling point of the paint material component on the value of the transfer efficiency (TE) of the painting process using atomizing spray-on painting products made from plastic. The choice of the type of solvent is still oriented to the price and the ability to dissolve the solvent against the paint material. In the application process of painting in addition to requiring solubility, the paint material must be in a position to produce good quality spray or atomization during the painting process. Good atomization of painting can be seen from the amount of over spray that occurs during the painting process. Over spray that occurs in the painting process will affect the quality of the results of the painting process. One way to calculate the over spray of the painting process can be done by measuring the transfer value of the efficiency of the painting process. The TE value is a way to calculate the amount of paint material that coats the product surface compared to the total amount of paint material needed for the painting process so that the amount of over spray can be known from the measurement results of the TE value. One of the parameters of a solvent that is very closely related to over spray is the boiling point of the solvent. From the preliminary test results, it was found that the type of solvent butyl acetate and butyl cellocove have good solubility to the type of paint Nitrocellulose (NC). Distillation test results of two types of solvent show that acetate has a low boiling point and butyl cellosove has a medium boiling point. Furthermore, the results of the calculation of the TE values Of these two types of solvents showed that the solvent butyl cellosove had a better TE value (20.2%) than the TE value of the solvent Butyl acetate (16.0%). This shows that the medium boiling solvent has a better TE value than the low boiling solvent.

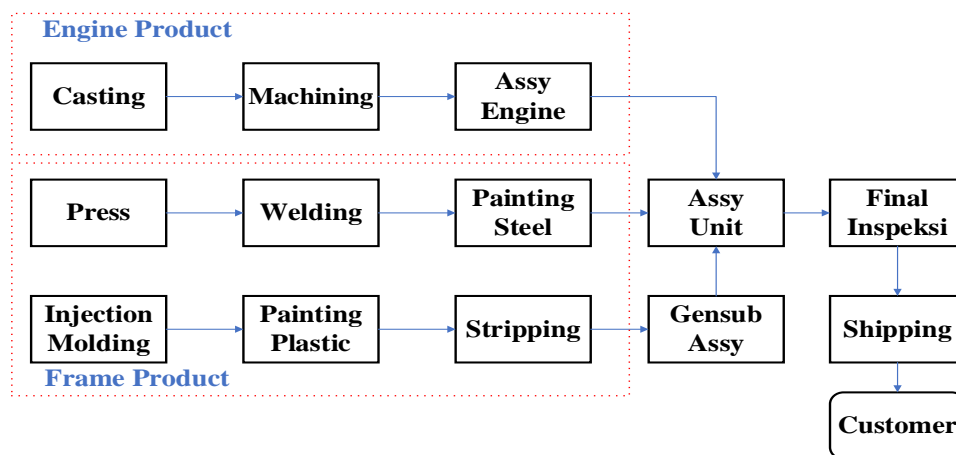
Keywords: Atomization; *Solvent*; *Transfer Efficiency*

1. Pendahuluan

Green manufacturing merupakan salah satu konsep sistem produksi yang mengedapankan perbaikan dalam hal pemakaian material, penggunaan energi untuk produksi serta pemanfaatan bahan ramah lingkungan untuk kegiatan

produksi suatu industri manufaktur [1]. Konsep sistem produksi ini terus mengalami perkembangan sampai ke semua lini bagian produksi dari suatu industri manufaktur. Salah satu industri manufaktur yang sudah atau sedang menjalankan konsep ini adalah industri otomotif.

Industri otomotif di Indonesia mengalami pertumbuhan produksi yang cukup signifikan setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari data AISI (Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia) dan Gaikindo (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia) yang menunjukkan pertumbuhan produksi otomotif setiap tahun baik dari sepeda motor maupun dari automobile. Salah satu industri otomotif yang mengalami perubahan jumlah produksi yang cukup pesat adalah industri perakitan sepeda motor. Dalam industri perakitan sepeda motor terdapat beberapa proses manufaktur yang sangat erat kaitannya dalam hal penerapan konsep dari green manufacturing. Salah satu proses produksi dari industri manufaktur yang mempunyai kaitan erat dengan konsep *green manufacturing* adalah proses pengecatan produk berbahan plastik (*painting plastic*).

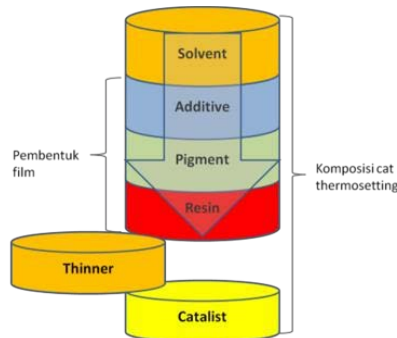


Gambar 1. Proses Manufaktur Industri Perakitan Sepeda Motor

Dalam proses pengecatan dalam industri otomotif terdapat beberapa hal yang berkaitan dengan *green manufacturing* antara lain pemakaian material cat yang digunakan untuk industri otomotif mewakili 50 % dari total ongkos produksi yang dibutuhkan oleh bagian pengecatan [2]. Oleh karena itu bagian *painting plastic* di industri perakitan sepeda motor menjadikan pemakaian material cat sebagai salah satu parameter control dalam kegiatan produksinya [3]. Selain ongkos material, nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan pada bagian *painting plastic* masih cukup rendah karena adanya material cat yang terbuang saat proses pengecatan (*over spray*). Nilai *transfer* efisiensi proses *painting plastic* berkisar antara 20% - 30% [4]. Hal ini menunjukkan bahwa material cat yang menempel produk hanya berkisar (20-30)% dan material yang terbuang sebesar (70-80)% dari total pemakaian material cat yang digunakan untuk pengecatan suatu produk. Material cat yang terbuang akibat *overspray* proses pengecatan akan menjadi limbah yang berdampak pada nilai volatile organic compound (VOC). Nilai VOC merupakan salah satu parameter untuk melihat berapa besar material yang digunakan dalam suatu proses pengecatan yang terbuang ke udara bebas, semakin banyak material yang terbuang akan berdampak terhadap global warming [5].

Perbaikan tentang nilai *transfer* efisiensi pada proses pengecatan dapat dilakukan dengan cara mencari setting parameter optimal dari *spray gun*. Penggunaan jenis *airless spray gun* dapat meningkatkan nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan [6]. Namun terdapat permasalahan apabila jenis *airless spray gun* digunakan untuk pengecatan dengan kondisi kapasitas yang cukup tinggi seperti proses produksi pada industri perakitan sepeda motor. Operator *spray* akan mengalami

kesulitan untuk proses pengecatan dengan jenis *spray gun* ini apabila kapasitas produksi cukup tinggi [7]. Penggunaan jenis *spray gun* ini harus di ikuti dengan perbaikan dari segi material. Hal ini disebabkan karena hasil nilai *transfer* efisiensi optimal dapat diperoleh dengan kombinasi antara penggunaan jenis *spray gun* dan material yang digunakan. Penelitian ini ingin mengetahui pengaruh material cat terhadap nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan. Material cat yang digunakan untuk proses pengecatan terdiri dari beberapa komponen [8] [9] yaitu *resin*, *pigment*, *additive*, *solvent*, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi Material Cat

Salah satu komponen material cat yang dapat mempengaruhi nilai *transfer* efisiensi material adalah komponen *solvent*. Saat proses atomisasi *solvent* mempunyai peran untuk menjaga kondisi butiran hasil atomisasi dalam kondisi basah. Apabila hasil atomisasi dalam kondisi kering partikel cat tidak dapat menempel pada produk berbahan plastik. Partikel cat yang tidak menempel akan menjadi *overspray* material cat proses pengecatan. Salah satu parameter dari *solvent* yang dapat mempengaruhi kondisi hasil atomisasi adalah titik didih [10]. Semakin tinggi nilai *boiling point* suatu *solvent* semakin lama *solvent* itu untuk menguap yang berarti *solvent* akan dijaga untuk tidak menguap saat proses atomisasi dan sebaliknya. Jadi nilai *boiling point solvent* dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui kualitas dari atomisasi yang berdampak terhadap nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan.

Solvent untuk material cat umumnya terdiri dari beberapa jenis kelompok antara lain *alcohol*, *aromatic hydrocarbon*, *ether* dan *kethone* [11] *Solvent* dalam proses pembuatan cat dapat digunakan sebagai pelarut saat proses pencampuran komponen-komponen pembentuk material cat. Selain untuk pelarut *solvent* juga mempunyai peranan untuk penentuan kualitas atomisasi proses pengecatan. Oleh karena itu pemilihan *solvent* untuk proses pengecatan mempunyai dua peranan yaitu sebagai pelarut dan kualitas atomisasi yang berdampak terhadap *overspray* proses pengecatan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pada salah satu jenis material cat yaitu jenis Nitrocellulose (NC). Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

Tahap persiapan:

Pada tahap ini mempersiapkan beberapa hal terkait dengan material cat dan *solvent*, peralatan yang digunakan untuk pengujian seperti *oven*, *spray gun*, kompresor, timbangan digital serta *test piece* untuk pengujian.

Tahap pengujian:

Pengujian dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap antara lain tahap pengujian daya larut *solvent* dan destilasi *solvent*, pengujian *non volatile* cat dan pengujian nilai *transfer* efisiensi dari proses pengecatan.

Tahap Analisis:

Untuk melihat pengaruh dari nilai titik didih *solvent* terhadap nilai *transfer* efisiensi metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *analysis of variance* (ANOVA).

Kesimpulan:

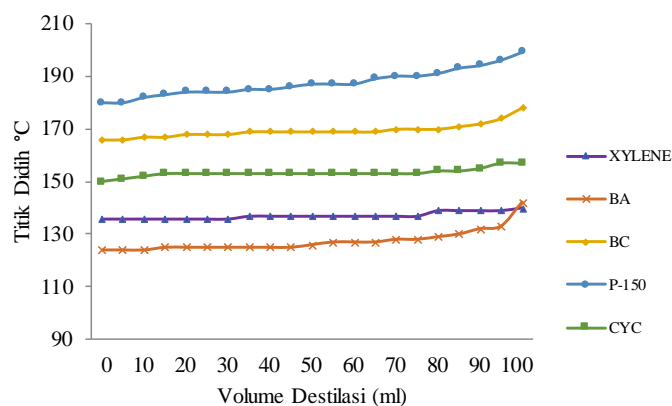
Tahap ini menjelaskan hasil akhir dari pengujian yang telah dilakukan.

Pengujian awal yang dilakukan adalah pengujian untuk mengetahui daya larut (*solubility*) beberapa jenis *solvent*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *solvent* jenis apa yang baik digunakan untuk pelarut pada material cat jenis NC. Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pencampuran material cat dan *solvent* kemudian di ukur nilai viscositasnya. Nilai perbandingan yang digunakan untuk pengujian ini adalah (1:0,7) Dari hasil pengujian jenis *solvent* *Butyl acetate* (BA), *Butyl Cellosolve* (BC) dan *Cyclohexanol* (CYC) mempunyai daya larut yang baik. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. *Solubility* jenis-jenis *solvent*

No	<i>Solvent</i>	<i>Solubility</i>	<i>Viscositas</i>
1	<i>Xylene</i>	Tidak baik	Cat menggumpal
2	<i>Butyl Acetate (BA)</i>	Baik	28,84'
3	<i>Butyl Cellosolve (BC)</i>	Baik	40,45'
4	<i>Pegasol 150</i>	Tidak baik	Cat menggumpal
5	<i>Cyclohexanol (CYC)</i>	Baik	25,6'

Selain pengujian daya larut pengukuran nilai titik didih *solvent* akan digunakan sebagai pertimbangan untuk pemilihan jenis *solvent* yang akan digunakan untuk pengujian terhadap nilai *transfer* efisiensi. Berikut ini hasil pengujian destilasi beberapa jenis *solvent* yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik destilasi *solvent*

Dari dua pengujian daya larut dan titik didih *solvent*, terdapat tiga *solvent* yang dapat digunakan untuk pengujian pengukuran nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan. Namun untuk jenis *solvent* *cyclohexanol* tidak dapat digunakan karena jenis *solvent* ini bersifat *destructive* pada peralatan dan juga fisik operator yang memegang nya, sehingga *solvent*

yang digunakan untuk pengujian nilai *transfer* efisiensi adalah BA dan BC. Kedua *solvent* ini mempunyai nilai titik didih yang berbeda sehingga dapat digunakan untuk perbandingan pengujian pengaruh titik didih *solvent* terhadap nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan.

1.1 Perhitungan Nilai TE

Perhitungan nilai TE proses pengecatan diperoleh dari perbandingan antara pemakaian material cat yang digunakan untuk proses pengecatan dengan berat akhir cat yang menempel di produk. Perhitungan nilai TE dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$TE = \frac{(m_a - m_b)}{m_c} \times 100\% \quad (1)$$

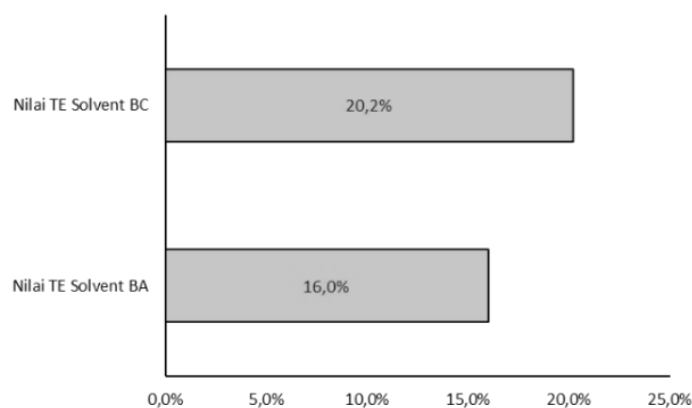
Dimana TE adalah nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan merupakan perbandingan antara jumlah material yang melapisi produk dengan jumlah total pemakaian material cat yang digunakan untuk proses pengecatan produk, m_a adalah gabungan berat material cat hasil pengecatan dan berat test piece yang digunakan untuk proses pengecatan dimana pengukuran berat dilakukan pada saat cat masih dalam kondisi basah, m_b merupakan berat *test piece* yang digunakan untuk eksperimen bahan *test piece* yang digunakan adalah *acrylic* dengan ukuran (150 x 100 x 3)mm sedangkan m_c adalah berat cat yang dibutuhkan untuk pengecatan satu *test piece*. Pengukuran dilakukan dengan mengukur selisih berat material cat yang ada pada *cane spray gun* sebelum proses pengecatan dan setelah proses pengecatan.

1.2 Analisis ANOVA

Setelah diperoleh hasil nilai TE dari masing-masing jenis *solvent*, pengujian selanjutnya adalah pengujian ANOVA Analisis ANOVA digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara hasil perhitungan nilai TE dari dua jenis *solvent* yang digunakan untuk proses pengecatan. Selain itu analisis ANOVA di unakan untuk melihat apakah ada pengaruh dari dua jenis *solvent* ini terhadap nilai transfer efisiensi proses pengecatan kedua *solvent* tersebut dengan melihat nilai R^2 dari hasil pengujian ANOVA.

3. Hasil dan pembahasan

Dari pengukuran TE yang telah dilakukan pada dua jenis *solvent* yaitu BA dan BC diperoleh nilai TE masing-masing *solvent* yang ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3, dan pada Gambar 5 ditampilkan Perbedaan Nilai *Transfer* Efisiensi.



Gambar 5. Perbedaan Nilai *Transfer* Efisiensi Pengecatan Dengan BA Dan BC

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Transfer Efisiensi* Pengecatan Dengan Jenis *Solvent Butyl Acetate*

No	m_b (gr)	m_a (gr)	m_c (gr)	TE
1	44,05	44,38	2,22	15,1%
2	44,05	44,39	2,22	15,2%
3	44,05	44,40	2,22	15,9%
4	44,06	44,46	2,22	17,9%
5	44,04	44,40	2,22	16,0%
6	44,05	44,42	2,22	16,8%
7	44,05	44,36	2,22	14,1%
8	44,06	44,42	2,22	16,1%
9	44,05	44,42	2,22	16,6%
10	44,06	44,42	2,22	16,3%

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Transfer Efisiensi* Pengecatan Dengan Jenis *Solvent Butyl Cellosolve*

No	m_b (gr)	m_a (gr)	m_c (gr)	TE
1	44,05	44,38	2,22	15,1%
2	44,05	44,39	2,22	15,2%
3	44,05	44,40	2,22	15,9%
4	44,06	44,46	2,22	17,9%
5	44,04	44,40	2,22	16,0%
6	44,05	44,42	2,22	16,8%
7	44,05	44,36	2,22	14,1%
8	44,06	44,42	2,22	16,1%
9	44,05	44,42	2,22	16,6%
10	44,06	44,42	2,22	16,3%

Analisis ANOVA

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan diketahui bahwa nilai F hitung (table 4) mempunyai nilai lebih besar dari nilai F Tabel dari perhitungan excel, maka hipotesa H0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan hasil *transfer* efisiensi dari dua sampel *solvent*.

Tabel 4. Hasil perhitungan pada ANOVA

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Perkiraan varian	F hitung
Antar Kelompok (SSB)	0,0080	1	$MS_B = \frac{0,0080}{1} = 0,0080$	$\frac{0,0080}{0,00022} = 36$
Di dalam Kelompok(SSW)	0,0040	18	$MS_W = \frac{0,0040}{18} = 0,00022$	
Total	0,0120	19		

S = 0,01491 R-Sq = 66,67% R-Sq(adj) = 64,81%

Hasil pengujian ANOVA menunjukkan selain adanya perbedaan hasil nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan dari dua jenis *solvent* juga dapat dilihat nilai R² sebesar 66,67% yang berarti bahwa adanya pengaruh antara dua jenis *solvent*

yang diujikan. Nilai R^2 menunjukkan bahwa adanya pengaruh hasil TE solvent jenis BA terhadap hasil TE solvent BC sebesar 66,67%. Untuk proses pengecatan menggunakan material cat dengan *solvent* BA mempunyai nilai *transfer* efisiensi sebesar 16 % yang berarti dari total pemakaian material yang digunakan untuk pengecatan hanya 16 % yang menempel ke produk sedangkan untuk material dengan *solvent* BC mempunyai nilai TE lebih baik yaitu 20,2%. Material cat yang menggunakan *solvent* jenis BA mempunyai nilai TE lebih rendah dibandingkan dengan material yang menggunakan *solvent* BC. Hal ini disebabkan karena beberapa hal antara lain *overspray* yang diakibatkan *solvent* BA lebih besar daripada BC. Proses pengecatan yang menggunakan *solvent* BA atomisasi yang terjadi butirannya cukup besar dan kering ketika menempel di permukaan produk, sedangkan material jenis *solvent* BC menghasilkan atomisasi yang masih basah, sehingga partikel cat menempel ke permukaan produk masih dalam kondisi basah. Kondisi basahnya partikel cat ke permukaan produk disebabkan oleh nilai titik didih *solvent* penyusun komponen material cat. Untuk *solvent* BC mempunyai nilai titik didih yang cukup tinggi yaitu $\pm (166-168)^\circ \text{C}$ sehingga partikel hasil atomisasi masih dalam kondisi basah saat proses atomisasi. Selain titik didih *solvent* nilai NV dari material cat juga mempengaruhi nilai *transfer* efisiensi dari proses pengecatan. Nilai NV merupakan padatan yang tidak menguap dari suatu material cat, hal ini dapat mempengaruhi nilai *transfer* efisiensi material cat karena apabila nilai NV tinggi, material cat yang menempel di produk akan tinggi juga.

Namun dalam aktual pemilihan jenis *solvent* selain didasarkan terhadap dua parameter yaitu *solubility* dan titik didih, pemilihan jenis *solvent* untuk pengecatan mempertimbangkan factor biaya, sehingga diperlukan kombinasi *solvent* yang menghasilkan biaya yang optimum untuk proses pengecatan.

4. Kesimpulan

Nilai *transfer efisiensi* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain *overspray* proses pengecatan dan nilai NV dari material. Besarnya *overspray* dipengaruhi oleh titik didih *solvent* dari material yang digunakan sedangkan nilai NV dipengaruhi oleh *solubility* dari *solvent* tersebut. Semakin cepat nilai titik didih *solvent* yang digunakan untuk proses pengecatan akan menghasilkan proses atomisasi yang kurang baik sehingga berdampak terhadap *overspray* pengecatan. Beberapa jenis *solvent* yang baik digunakan untuk pencampuran material cat jenis NC (*nitrocellulose*) adalah *Butyl Acetate* dan *Butyl Cellocove*. Kedua jenis *solvent* ini mempunyai sifat penguapan dan pelarutan yang cukup baik dibandingkan dengan jenis *solvent* yang lain. Dari pengujian yang sudah dilaksanakan tentang *transfer* efisiensi proses pengecatan, diperoleh bahwa besarnya nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan dengan dua jenis *solvent* yang mempunyai titik didih rendah dan titik didih sedang menghasilkan nilai TE yang berbeda yaitu 16,0% untuk jenis *solvent* rendah dan 20,2 % untuk jenis *solvent* medium. Hal ini berarti bahwa pengecatan menggunakan jenis *solvent* medium dapat meningkatkan nilai *transfer* efisiensi proses pengecatan. Nilai TE ini menunjukkan bahwa jumlah *overspray* yang Oleh karena itu factor titik didih *solvent* dapat digunakan sebagai salah satu *variable control* untuk proses pengecatan. Namun optimum setting untuk seberapa besar menggunakan *solvent* yang digunakan untuk bahan campuran material cat diperlukan penelitian lanjutan tentang berapa persen komposisi *solvent* yang ideal yang digunakan agar menghasilkan proses atomisasi yang baik.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami tujukan kepada Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Dian Nuswantoro Semarang yang telah mendanai kegiatan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Daftar Pustaka

- [1] Deif, A.M. A system model for green manufacturing. *Journal Clean Production*. 2011 September; 19 (14): hal.1554.
- [2] Akafuah N.K. *Automotive Painting Technology Chapter :Automotive Paint Spray Characterization and Visualization*. Dordrecht : Springer: 2012. hal.121.
- [3] R. Pujiono. *Modul Pengetahuan Tentang Cat Teori Dan Aplikasi*. Jakarta: PT ICI Paint; 2000 p.15-16.
- [4] Colbert, S.A., Cairncross, R.A. A computer simulation for predicting electrostatic spray coating patterns. in *Powder Technology*. 2005 Maret; 151(1-3) : hal.77 .
- [5] Kim, J., Park, K., Hwang, Y., Park, I. Sustainable manufacturing: A case study of the forklift painting process. *International Journal Production Research*. 2010 April; 48(10): hal.3062
- [6] Plesniak, M.W., Sojka, P.E., Singh, A.K. Transfer efficiency for airless painting systems. *Journal Coatings Technology Research*. 2004 April; 1 (2): hal.137.
- [7] Ye, Q., Shen, B., Tiedje, O., Domnick, J. Investigations of Spray Painting Processes Using an Airless Spray Gun. *24th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems; 5-7 september 2011 Estoril, Portugal. 24thILASS-Europe:2011*. hal.1
- [8] Goldschmidt, A., Joachim-streitberger, H. *BASF Handbook on Basics of Coating Technology 2nd revised edition*. Hannover, Germany: Vincentz Network : 2003. hal. 28.
- [9] Islahudin, N. Teknologi proses pengecatan menggunakan sistem atomisasi pada produk berbahan plastik di industri perakitan sepeda motor. *SINTEK Jurnal MESIN Teknologi*. Univ. Muhammadiyah Jakarta. 2019 Juni; 13 (01): hal. 15–25.
- [10] Weiss, K.D. Paint and coatings: A mature industri in transition. *Progress in Polymer Science*. 1997 Mei; 22(2): hal. 204 .
- [11] Talbert, R. *Paint Technology Handbook*. Folrida, United States : Taylor & Francis Group ; 2008 . hal. 71-73.