

SINTESIS PIGMEN BESI OKSIDA BERBAHAN BAKU LIMBAH INDUSTRI BAJA (*MILL SCALE*)

Tito Prastyo Rahman^{1,3}, Agus Sukarto⁴, Nurul Taufiqu Rochman², Azwar Manaf³

¹Divisi RnD, Nano Center Indonesia

²Pusat Penelitian Metalurgi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

³Departemen Ilmu Material, Universitas Indonesia

⁴Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Email: tito@nano.or.id

Abstrak

Limbah industri baja (*mill scale*) digunakan sebagai alternatif bahan baku pigmen besi oksida. Kajian ilmiah ini menjelaskan proses pembuatan pigmen besi oksida melalui metode presipitasi dengan media air. Pigmen besi oksida yang menjadi target yaitu pigmen kuning goethit (α -FeOOH) dan merah hematit (α -Fe₂O₃). Goethit diperoleh dengan presipitasi menggunakan amonia dari proses awal terbentuknya ferric sulfat hasil reaksi asam sulfat (H₂SO₄) dengan limbah *mill scale*, sedangkan hematit diperoleh dengan proses pemanasan goethit pada temperatur 500^oC dan 900^oC. Analisa XRD digunakan untuk mengetahui senyawa pigmen yang terkandung dan penggunaan DTA untuk mengetahui pola perubahan fasa akibat proses pemanasan fasa goethit. Analisa warna pigmen menggunakan *colorimetri L*a*b System*. Warna pigmen yang diperoleh mempunyai *tinging strength* yang masih kurang dibandingkan dengan pigmen impor.

Kata kunci: *Pigmen, Iron Oxide, Mill Scale*

PENDAHULUAN

Kata Pigmen berasal dari bahasa latin (*pigmentum*) dan aslinya menandakan sebuah warna dalam bidang pewarnaan, namun berkembang waktu dikaitkan dalam bidang pewarnaan dekorasi (Buxbaum dan Pfaff, 2005). Dalam sumber lain pigmen merupakan optikal propertis yang tak terhitung aplikasinya, dalam segala bidang industri sangat membutuhkan yang namanya pigmen mulai industri keramik, industri cat, industri plastik sampai pengrajin batik juga membutuhkan pewarna (Candeia, et al., 2006). Pigmen terbagi menjadi dua berdasarkan material penyusunnya, yaitu pigmen organik (*dyes*) yang larut dalam air dan pigmen anorganik (*pigment*) larut dalam solven.

Dalam klasifikasi pigmen anorganik terbagi berdasarkan sudut pandang terdiri dari 9 kluster (*white pigments, black pigments, colored pigments, metal effect pigments, interference pigments, luminescent pigments, fluorescent pigment* dan *phosphorescent pigments*) (Buxbaum dan Pfaff, 2005).

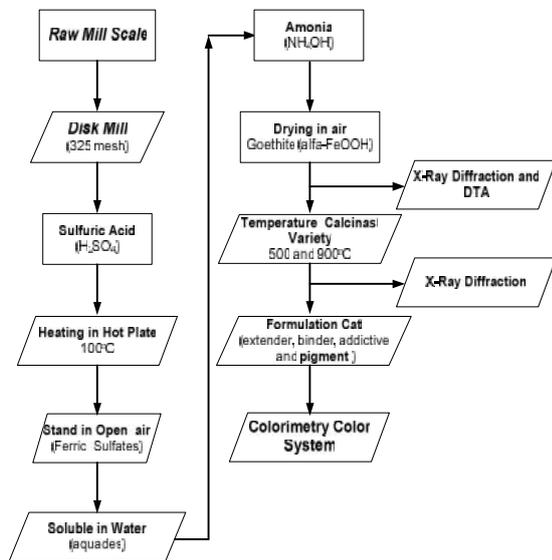
Berdasarkan klasifikasinya Pigmen Besi oksida dapat dikategori kedalam *black pigment* (magnetit), *colored pigment* (goethit dan maghemit), dan *metal effect pigment* (hematit). Aplikasi penggunaan pigmen besi oksida dapat ditemukan salah satunya dalam industri cat, bercampur dengan binder, solven dan adiktif membentuk suatu dispersi yang stabil, yang dapat dilapiskan pada media dan dengan proses perubahan dari cair ke padat yang dapat melapisi media tersebut (Hermawan, 2012). Hampir semua bahan baku cat hingga kini masih 100% impor termasuk didalamnya material pigmen yang diimpor dari negara seperti Jerman, India, Cina dan lainnya. Total impor pigmen pada tahun 2007 hingga 2011 berturut turut (7.586.840, 12.245.576, 8.288.717, 12.681.961, 14.854.952) US\$. Sehingga apabila pengolahan dilakukan didalam negeri, devisa negara dapat dihemat secara signifikan.

Mill Scale merupakan salah limbah hasil industri baja dalam proses hot rolling maupun cold rolling. Kandungan didalamnya berupa

material besi oksida dalam bentuk (magnetit, hematit dan wusthit) [Fiandimas dan Azwar, 2003]. Jumlah limbah ini sangat begitu besar, selama ini material selain dilakukan pengecoran kembali juga diekspor dalam bentuk raw material dengan jumlah yang sangat besar sehingga perlu dilakukan sebuah upaya alternatif pengolahan untuk meningkatkan nilai ekonomi.

Dengan melihat korelasi kandungan dari *mill scale* yang berupa ion besi maka penelitian ini melakukan pengolahan *mill scale* menjadi pigmen besi oksida. Proses sintesa menggunakan metode presipitasi dengan bantuan asam sulfat dan amonia.

METODE



Gambar 1. Skema Penelitian Pembuatan Pigmen dari Limbah Industri Baja (*Mill Scale*)

Gambar 1. Menunjukkan skema proses pembuatan pigmen besi oksida berbahan baku analisa perubahan warna pada cat berbahan baku limbah. Prinsip sintesis menggunakan metode presipitasi dengan pelarut air (Legodi, 2007).

Fe+3 hasil produksi mill scale dicampur dengan asam sulfat yang seperti lumpur dipanaskan hingga warna hitam memudar. Hasil campuran dibiarkan dalam keadaan terbuka hingga warnanya menjadi kuning-hijau, kemudian hasil tersebut yang dilarutkan kedalam air dan diendapkan menggunakan amonia.

Hasil presipitasi dilakukan uji XRD dan DTA untuk mengetahui fasa yang terbentuk dan analisa termalnya. Untuk mendapatkan hematit dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 500 dan 900°C yang kemudian dianalisa juga fasanya menggunakan XRD.

Analisa koordinat warna pigmen yang terbentuk digunakan Colorimeter/Chromameter BYK-Gardner GmbH 82538 Geretsried, yang sebelumnya diformulasi menjadi cat dahulu. Metode CIE-L*a*b colorimetry system direkomendasikan oleh CIE (Commision Internationale de l'Eclairage). Dalam sistem L menunjukkan sumbu kecerahan (dimana nilainya berkisar dari 0 hitam hingga 100 putih), a* menunjukkan koordinat variasi warna dari hijau sumbu (-) hingga merah sumbu (+) dan b* menunjukkan koordinat variasi warna dari biru sumbu (-) hingga kuning sumbu (+).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari sintesis secara langsung keseluruhan dapat menghasilkan pigmen besi oksida dalam bentuk hematit (alfa-Fe₂O₃) dan goetit (alfa-FeOOH) dan lepidocrocit (gama-FeOOH) namun masih ada kekurangan dalam analisa koordinat warna. Analisa hasil akan dijelaskan tiap bagian berikut:

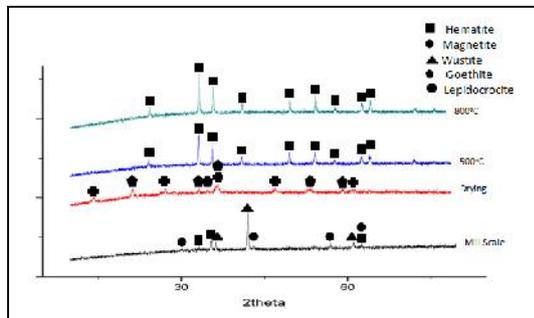
- Preparasi

Proses preparasi Fe³⁺ menjadi kunci dalam pembuatan pigmen ini karena hal tersebut menjadi sumber ion penyusun pigmen goetit dan hematit. Proses pertukaran ion tersebut terjadi pada saat pengeringan hasil campuran mill scale dan asam sulfat pada udara terbuka yang ditunjukkan dengan berubahnya warna serbuk menjadi kuning-hijau.

- Goethit

Pigmen dengan fasa goethit telah berhasil diperoleh, namun hasil XRD gambar 2 pola warna merah menunjukkan selain goethit muncul fasa lepidocrocit dari hasil sintesa. Identifikasi fasa ini merujuk pada database COD identik pada no : 96-901-0407 untuk goethit dengan struktur kristal orthorombik dan 96-900-9155 untuk lepidocrocit jagan berstruktur orthorombik. Hasil ini akhirnya memberikan penampakan visual dari pigmen yang diperoleh dengan koordinat warnanya L*a*b adalah L:56.92, *a: 18.40, *b:49.76. Hasil yang diharapkan berwarna kuning

namun terjadi pergeseran kearah orange-coklat. Hal ini diduga disebabkan oleh impuritas fasa yang terkandung didalamnya, selain itu faktor jenis prekursor yang yang digunakan juga dapat mempengaruhi.



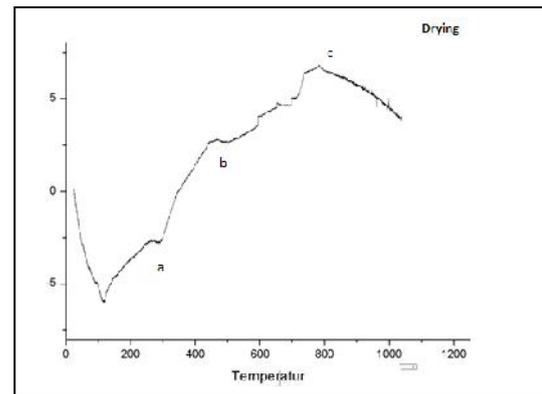
Gambar 2. Pola X-Ray Diffraction Sintesis Pigmen Besi Oksida dari Limbah Industri Baja (*mill scale*)

- Hematit

Fasa pigmen besi oksida hematit telah berhasil dibuat pada kalsinasi 500 dan 900°C yang menunjukkan fasa tunggal pada akhir pemanasan. Identifikasi data base COD fasa yang terbentuk identik dengan no 96-900-9783 dengan struktur orthorombik.

Hasil ini sebagai tindak lanjut juga dari gambar 3 analisa termal fasa yang mengandung goethit dan lepidocrocit yang menunjukkan adanya perubahan fasa pada kondisi b dan c pada temperatur setelah 500°C dan 900°C. sedangkan pada kondisi a diduga terjadi proses awal penguapan, adanya pola yang aneh terjadi pada temperatur 600 hingga 800°C terjadi karena kesalahan instrumen. Hasil koordinat warna terukur masing masing parameter $L^* = 28.94$, $a^* = 28.58$, $b^* = 30.52$ (500°C) dan $L^* = 94.12$, $a^* = 1.141$, $b^* = 0.41$ (900°C) menurunnya nilai parameter *a dan *b menandakan berkurangnya gelombang cahaya warna pada pigmen yang membuat warna pigmen semakin gelap.

Perubahan warna ini diduga disebabkan karena kekurangan oksigen yang disebabkan proses pemanasan. Hasil analisa warna juga menjelaskan untuk semua pigmen yang terbentuk ukurannya masih relatif besar, ditunjukkan dengan *hiding power* dari cat yang dibuat masih kurang.



Gambar 3. Analisa DTA Pigmen pada fasa (*goethit dan lepidocrocite*)

SIMPULAN

Limbah industri baja telah berhasil dibuat menjadi pigmen besi oksida goethit, lepidocrocit dan hematit. Hasil sintesa menggunakan jalur presipitasi dengan pelarut air dapat menghasilkan dasa pigmen besi oksida, namun dalam analisa koordinat warna hasilnya kurang bagus karena penampakan visual *tinting strength* jauh dibandingkan dengan pigmen impor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Pusat Penelitian Fisika untuk bantuannya dalam karakterisasi DTA dan terima kasih kepada Indonesia Coating Center atas bantuannya dalam proses formulasi cat.

DAFTAR PUSTAKA

- Buxbaum, G. dan G. Pfaff. 2005. *Industrial Inorganic Pigment*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA. Weinheim.
- Candeia, R.A., Souza, M.A.F., Bernardi, M.I.B., Maestrelli, S.C., Santos, I.M.G., Souza, A.G. & Longo, E., (2006a), MgFe₂O₄ Pigment Obtained at Low Temperature, *Materials Research Bulletin*, 41, 183–190.
- Fiandimas, A dan Azwar M. 2003. Pembuatan Magnet Permanen Barium Heksaferit Berbahan Baku Mill Scale dengan Teknik Metalurgi Serbuk. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 5(1): 45-50.

Hermawan, Dedi., (2012), *Industri Coating, Workshop Cat And Coating*, Serpong.

Legodi, M.A., , D. de Waal, The preparation of magnetite, goethite, hematite and maghemite of pigment quality from mill scale iron waste. *Dyes and Pigment*, 74 (2007) 161-168.