

**PENGUNAAN METODE THE HOUSE MODEL UNTUK PERBAIKAN GREEN MANUFACTURING
PADA LIMBAH KEMASAN MINUMAN RINGAN****Wisma Soedarmadji¹⁾, Mohammad Effendi²⁾, Cahyuni Novia³⁾, Deny Utomo⁴⁾**^{1,2)} Universitas Yudharta Pasuruan, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin³⁾ Universitas Nurul Jadid, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika⁴⁾ Universitas Yudharta Pasuruan, Fakultas Pertanian, Program Studi Teknologi Hasil PertanianEmail: ¹⁾ wisma@yudharta.ac.id, ²⁾ effendimoh@gmail.com, ³⁾ vhiesky@rocketmail.com,
⁴⁾ denyutomo@yudharta.ac.id**ABSTRAK**

Konsep *green manufacturing* merupakan proses inovatif karena akan memberikan mnafaat yang sangat positif pada minimalisasi limbah dan pencegahan polusi. *Green manufacturing* tidak hanya melibatkan penggunaan desain produk, penggunaan bahan baku ramah lingkungan, tetapi juga kemasan yang ramah lingkungan, atau penggunaan kembali suatu produk. Penerapan *green manufacturing* dalam produksi kemasan plastik minuman ringan seharusnya melalui beberapa tahap, yaitu proses pewarnaan, persiapan pembersihan, perbaikan ramah lingkungan, dan kondisi ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan strategi perbaikan *green manufacturing* pada pewarnaan, persiapan pembersihan, perbaikan ramah lingkungan, dan kondisi ramah lingkungan pada limbah kemasan minuman ringan. Penelitian ini menggunakan metode *the house model*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi perbaikan *green manufacturing* limbah kemasan minuman ringan memiliki tiga pilar utama (kondisi ramah lingkungan, perbaikan ramah lingkungan, dan persiapan pembersihan) dan pondasi yang merupakan pendukung melalui kebijakan dan regulasi pemerintah dalam menentukan jenis pewarnaan yang ramah lingkungan untuk limbah kemasan minum ringan, sehingga dapat menurunkan tingkatan dan dampak limbah di lingkungan.

Kata kunci: *The house model, green manufacturing, limbah kemasan, minuman ringan*

PENDAHULUAN

Limbah botol kemasan plastik merupakan permasalahan yang serius dan harus ditangani dengan baik, apalagi masyarakat sering menggunakan botol minuman kemasan plastik, mengingat bahwa botol minuman kemasan plastik ini lebih ringkas dan ringan untuk dibawa kemana-mana. Seringkali masyarakat memilih untuk membuang sampah plastik di berbagai tempat umum seperti jalan, sungai atau di perkarangan kosong. Limbah botol minuman kemasan plastik tidak dapat terurai secara alami maka tumpukan sampah akan mengganggu kebersihan dan kesehatan lingkungan. Limbah botol minuman kemasan plastik ini merupakan salah satu jenis plastik yang luas dipakai selama beberapa dekade ini adalah jenis *polietilen tereftalat* atau PET.

PET merupakan salah satu jenis plastik yang paling cepat pertumbuhan pemakaiannya. Kecepatan pertumbuhan PET disebabkan oleh kebaikan fungsi plastik ini sebagai pengemas bahan yang paling baik untuk air dan botol minuman ringan (Rosidatul *et al.*, 2012). Secara umum keunggulan PET adalah pada sifat-sifat yang baik pada kuat tarik, ketahanan kimia, kejernihan dan stabilitas termal (Caldicott, 1999). Penggunaan PET dewasa ini sebagai kemasan botol-botol minuman mencapai 1,5 juta ton setiap tahunnya (Yoon, 2000). Pada 2010 peningkatan penggunaan PET mencapai 56,0 juta ton (Imran, 2010). Untuk industri minuman ringan di Indonesia masih didominasi oleh air minuman dalam kemasan (84,1%), diikuti teh cepat saji (8,9%), minuman berkarbonasi (3,5%), dan 3,5% untuk minuman ringan lainnya (Anonymous, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya penggunaan PET menyebabkan jumlah limbah PET meningkat dengan cepat pula. Walaupun plastik jenis poliester ini tidak menimbulkan bahaya yang langsung terhadap lingkungan, yakni dalam hal ini tidak mengeluarkan atau membuat timbulnya bahan-bahan yang menyebabkan turunnya kualitas kesehatan manusia, namun plastik ini tidak dapat langsung didegradasi di alam (Yanqiang *et al.*, 2009). Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi masalah limbah plastik, salah satunya dengan *green manufacturing*.

Green Manufacturing merupakan suatu proses produksi yang menggunakan input dengan dampak lingkungan yang relatif rendah, sangat efisien, dan menghasilkan sedikit bahkan tidak ada

limbah atau polusi (Atlas and Florida, 1998). *Green Manufacturing* juga dianggap sebagai proses inovatif karena potensi dan alasan yang bermanfaat seperti minimalisasi limbah, pencegahan polusi, konservasi energi dan masalah kesehatan dan keselamatan (Hui *et al.*, 2001). Penerapan *Green Manufacturing* dapat menguntungkan perusahaan manufaktur, tidak hanya akan bermanfaat bagi lingkungan, tetapi akan berdampak terhadap konsumen (Dornfeld, 2010). Suatu penelitian tentang model system *green manufacturing* yang mengarahkan untuk mendesain system manufaktur yang ramah lingkungan dengan cara mengubah pengelolaan bahan baku, penggunaan energy, proses produksi, mengurangi biaya operasional dan mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan (Deif, 2011). Limbah botol minuman kemasan plastik diharapkan dapat di daur ulang agar dapat digunakan kembali sebagai bahan baku untuk memproduksi produk baru (Herdiana *et al.*, 2014).

Hasil survei di lapangan menunjukkan bahwa salah satu UKM limbah plastik minuman ringan di Kota Malang pada tahun 2013 berproduksi sebesar 1,65 juta ton. Dengan rincian 50% (8,25 juta ton) untuk kemasan air mineral, 30% (495 ribu ton) untuk kemasan air minum selain kemasan air mineral, dan sisanya 20% untuk kemasan lainnya.

Proses pengolahan limbah botol minuman kemasan plastik saat ini masih menggunakan konsep 3R (*reuce, reduce, dan recycle*). Konsep 3R merupakan dasar dari berbagai usaha untuk mengurangi limbah dan mengoptimalkan proses produksi limbah (Suryanto *et al.*, 2005 dalam Dwiyanto, 2011). Konsep tersebut juga diterapkan untuk limbah plastik minuman ringan untuk didaur ulang ke pabrik. Limbah plastic minuman ringan ini termasuk jenis limbah anorganik apabila tidak dilakukan penanganan dan pengelolaan akan menimbulkan dampak yang serius terhadap lingkungan. Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan limbah yang di hadapi oleh UKM adalah dengan konsep green manufacturing dan apabila tidak segera dikelola dengan konsep *green manufacturing*, maka akan menimbulkan polusi/ limbah yang berdampak pada ekosistem lingkungan sekitar.

Hasil survei di lapangan menunjukkan bahwa pengiriman botol minuman kemasan plastik ke pabrik untuk di daur ulang mencapai $\pm 2-3$ ton dalam satu kali kirim setiap minggu. Pengiriman dilakukan tiga kali dalam sebulan, sehingga kalau dirata-rata mencapai 8-12 ton per bulan untuk limbah botol kemasan dari semua merk. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian yang mendalam tentang strategi yang tepat untuk peningkatan perbaikan *green manufacturing* pada limbah plastik minuman ringan pada UKM, diharapkan nantinya dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan, manusia, dan lingkungan sekitarnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada 30 responden UKM pengolahan limbah di Kabupaten Malang. Pengambilan data menggunakan kuisioner. Penelitian pada limbah kemasan minuman ringan ini sebelum dianalisis menggunakan metode *The House Model*, maka harus dianalisis terlebih dulu dengan analisis SWOT. Strategi perbaikan *green manufacturing* pada limbah kemasan minuman ringan dianalisis menggunakan SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, threats). Analisis SWOT merupakan alat yang dipakai untuk menyusun faktor-faktor strategis melalui matrik SWOT. Matrik ini dapat menghasilkan empat set kemungkinan alternatif strategis, yaitu strategi SO, strategi ST, strategi WO dan strategi WT.

Hasil analisis SWOT, kemudian dianalisis menggunakan metode *The House Model*. Horovitz dan Corboz (2007) merancang model ini menjadi tiga komponen, yaitu atap sebagai visi dimana visi pada penelitian ini adalah peningkatan perbaikan *green manufacturing* pada limbah kemasan minuman ringan, pilar sebagai kunci utama untuk mencapai visi tersebut, dan pondasi berupa perilaku pendukung. Instrumen penelitian dalam penyusunan *the house model* meliputi pewarnaan, persiapan pembersihan, perbaikan ramah lingkungan, dan kondisi ramah lingkungan pada limbah kemasan minuman ringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis SWOT

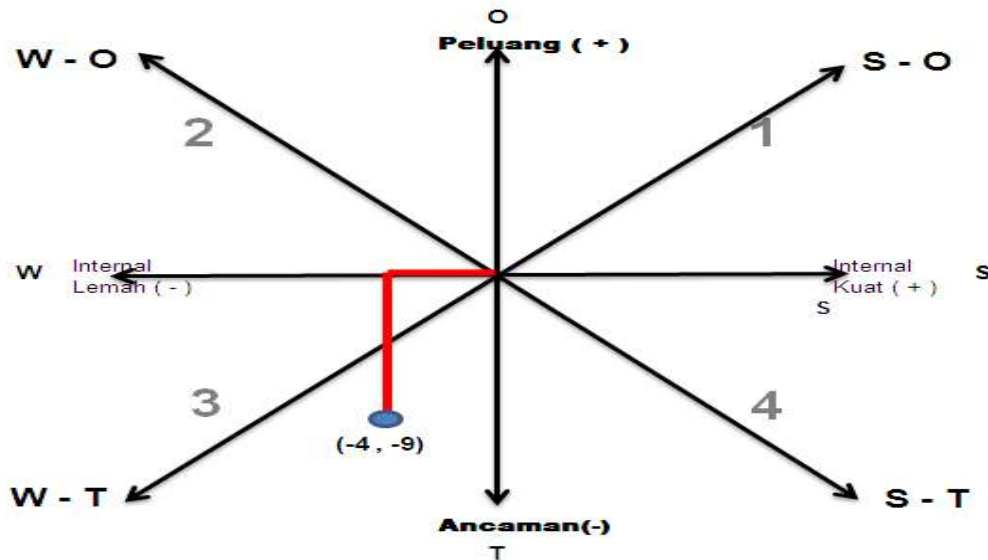
Hasil analisa SWOT dalam penelitian ini bertujuan untuk menyusun strategi SO, WO, ST, dan WT. Hasil analisis matriks SWOT dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan hasil kuadran SWOT diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matrik analisis SWOT

Eksternal	Internal	Kelemahan (W)	Kekuatan (S)
		1. Belum mampu mengidentifikasi dampak limbah plastik minuman kemasan	1. UKM sudah mulai mengidentifikasi warna limbah kemasan minuman
		2. Belum mampu merencanakan perbaikan energy pada proses daur ulang	2. Mampu merencanakan perbaikan proses dengan cara mendaur ulang limbah
		3. Belum mampu merencanakan perbaikan teknologi daur ulang secara berkelanjutan	3. Mampu memperbaiki teknologi untuk daur ulang
		4. Belum mampu merencanakan perbaikan sistem secara berkelanjutan	4. Mampu merencanakan perbaikan mesin untuk ramah lingkungan
		5. Belum mampu melakukan kebijakan ramah lingkungan	5. Mampu melaksanakan standart operasional prosedur (SOP)
Peluang (O)		Strategi W-O (Mengatasi kelemahan untuk meraih peluang)	Strategi S-O (Menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang)
1. Pengelompokan warna akan dapat mempengaruhi hasil daur ulang		1. Melakukan identifikasi warna untuk dilakukan pengelompokkan	1. Perbaikan proses dengan perbaikan mesin melalui identifikasi warna
2. Limbah kemasan yang sudah bersih akan meningkatkan kualitas hasil daur ulang		2. Proses pembersihan yang lebih baik agar dapat memperbaiki proses daur ulang	2. Melaksanakan proses sesuai SOP untuk menciptakan kondisi ramah lingkungan
3. Proses produksi daur ulang dapat memperbaiki ramah lingkungan		3. Merencanakan perbaikan sistem agar dapat melakukan pengukuran tingkat dampak limbah	
4. Pengukuran tingkat dampak limbah menciptakan kondisi ramah lingkungan		4. Melakukan kebijakan ramah lingkungan untuk menciptakan kondisi ramah lingkungan	
Ancaman (T)		Strategi W-T (Mengatasi kelemahan untuk mengantisipasi ancaman)	Strategi S-T (Menggunakan kekuatan untuk mengatasi Ancaman)
1. Jarang dilakukan untuk pemilahan warna		1. Memperbaiki alat-alat proses untuk perbaikan teknologi	1. Peningkatan proses daur ulang sesuai SOP
2. Alat-alat pembersihan masih sederhana		2. Melakukan pengukuran ramah lingkungan secara berkelanjutan	2. Peningkatan penggunaan mesin-mesin untuk perbaikan sistem secara berkelanjutan
3. Proses pembersihan limbah masih belum sesuai SOP			
4. Minimnya teknologi yang dimiliki mengakibatkan sistem perbaikan belum maksimal			
5. Belum mampu melakukan pengukuran ramah lingkungan secara			

berkelanjutan / berkala

Tabel 1 memperlihatkan beberapa kelemahan UKM dalam perbaikan *green manufacturing* yang teridentifikasi di lapangan yaitu; 1) belum mampu mengidentifikasi dampak limbah plastik minuman kemasan, 2) belum mampu merencanakan perbaikan energy pada proses daur ulang, 3) belum mampu merencanakan perbaikan teknologi daur ulang secara berkelanjutan, 4) belum mampu merencanakan perbaikan sistem secara berkelanjutan, dan 5) belum mampu melakukan kebijakan ramah lingkungan. Kekuatan meliputi; 1) UKM sudah mulai mengidentifikasi warna limbah kemasan minuman, 2) mampu merencanakan perbaikan proses dengan cara mendaur ulang limbah, 3) mampu memperbaiki teknologi untuk daur ulang, 4) mampu merencanakan perbaikan mesin untuk ramah lingkungan, dan 5) mampu melaksanakan standart operasional prosedur (SOP). Ancaman meliputi; 1) pengelompokan warna akan dapat mempengaruhi hasil daur ulang, 2) limbah kemasan yang sudah bersih akan meningkatkan kualitas hasil daur ulang, 3) proses produksi daur ulang dapat memperbaiki ramah lingkungan, dan 4) pengukuran tingkat dampak limbah menciptakan kondisi ramah lingkungan. Peluang meliputi; 1) jarang dilakukan untuk pemilahan warna, 2) alat-alat pembersihan masih sederhana, 2) proses pembersihan limbah masih belum sesuai SOP, 3) minimnya teknologi yang dimiliki mengakibatkan sistem perbaikan belum maksimal, dan 4) belum mampu melakukan pengukuran ramah lingkungan secara berkelanjutan / berkala.

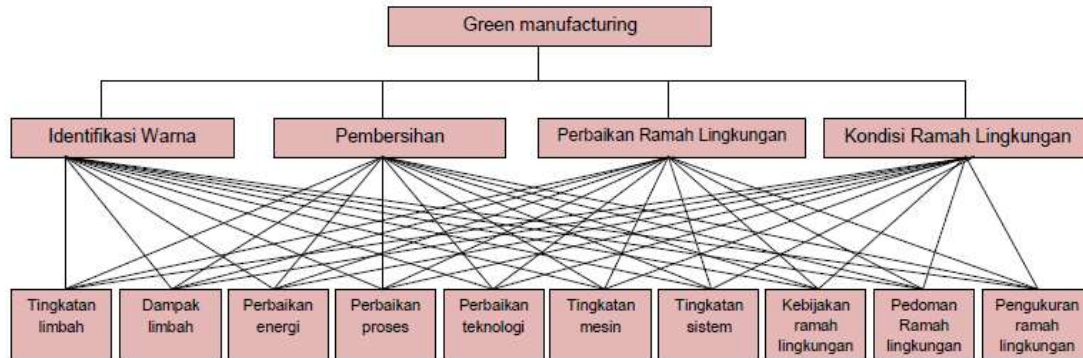


Gambar 1. Kuadran hasil analisis SWOT

Gambar 1 memperlihatkan kuadran hasil analisis SWOT berada pada kuadran 3, sehingga perlu adanya penekanan pada strategi WT. Strategi WT, strategi terbaik untuk mengatasi kelemahan dan menghadapi tantangan yang ada adalah 1) memperbaiki alat-alat proses untuk perbaikan teknologi dan 2) melakukan pengukuran ramah lingkungan secara berkelanjutan. Sedangkan strategi SO adalah strategi terbaik untuk memanfaatkan peluang dengan kekuatan yang ada adalah 1) perbaikan proses dengan perbaikan mesin melalui identifikasi warna, 2) melaksanakan proses sesuai SOP untuk menciptakan kondisi ramah lingkungan. Strategi ST, strategi terbaik untuk mengatasi ancaman dengan kekuatan yang ada adalah 1) peningkatan proses daur ulang sesuai SOP, dan 2) peningkatan penggunaan mesin-mesin untuk perbaikan sistem secara berkelanjutan. Strategi WO adalah strategi terbaik untuk memanfaatkan peluang dalam mengatasi kelemahan yang ada adalah 1) melakukan identifikasi warna untuk dilakukan pengelompokan, 2) proses pembersihan yang lebih baik agar dapat memperbaiki proses daur ulang, 2) merencanakan perbaikan sistem agar dapat melakukan pengukuran tingkat dampak limbah, dan 3) melakukan kebijakan ramah lingkungan untuk menciptakan kondisi ramah lingkungan.

Hirarki AHP *Green Manufacturing*

Hierarki AHP pada perbaikan *green manufacturing* pada limbah kemasan minuman ringan berdasarkan masing-masing variabel dan indikatornya diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hierarki AHP *green manufacturing*

Gambar 2 memperlihatkan bahwa variabel perbaikan *green manufacturing* pada limbah kemasan minuman ringan terdiri dari empat, yaitu; 1) identifikasi warna/pewarnaan, 2) pembersihan, 3) perbaikan ramah lingkungan, dan 4) kondisi ramah lingkungan. Sedangkan indikatornya meliputi; 1) tingkatan limbah, 2) dampak limbah, 3) perbaikan energi, 4) perbaikan proses, 5) perbaikan teknologi, 6) tingkatan mesin, 7) tingkatan sistem, 8) kebijakan ramah lingkungan, 9) pedoman ramah lingkungan, dan 10) pengukuran ramah lingkungan. Hasil analisis prioritas dan bobot pada empat variabel diperlihatkan pada Tabel 2, sedangkan pada indikator diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil prioritas dan bobot variabel *green manufacturing*

Variabel	Bobot	Prioritas
Kondisi ramah lingkungan	0,559	1
Perbaikan ramah lingkungan	0,238	2
Persiapan pembersihan	0,123	3
Pewarnaan	0,070	4

Tabel 2 memperlihatkan hasil bobot variabel *green manufacturing* pada kondisi ramah lingkungan menjadi prioritas pertama dengan bobot sebesar 0,559. Perbaikan ramah lingkungan dan persiapan pembersihan menduduki prioritas kedua dan ketiga dengan bobot sebesar 0,238 dan 0,123. Sedangkan pewarnaan atau identifikasi warna menduduki prioritas keempat dengan bobot sebesar 0,070.

Tabel 3. Hasil prioritas dan bobot indikator pada variabel *green manufacturing*

Variabel	Bobot	Prioritas
Tingkatan limbah	0,125	8
Dampak limbah	0,875	1
Perbaikan energi	0,055	10
Perbaikan proses	0,203	6
Perbaikan teknologi	0,742	3
Tingkatan mesin	0,800	2
Tingkatan sistem	0,200	7
Kebijakan ramah lingkungan	0,596	4
Pedoman ramah lingkungan	0,308	5
Pengukuran ramah lingkungan	0,096	9

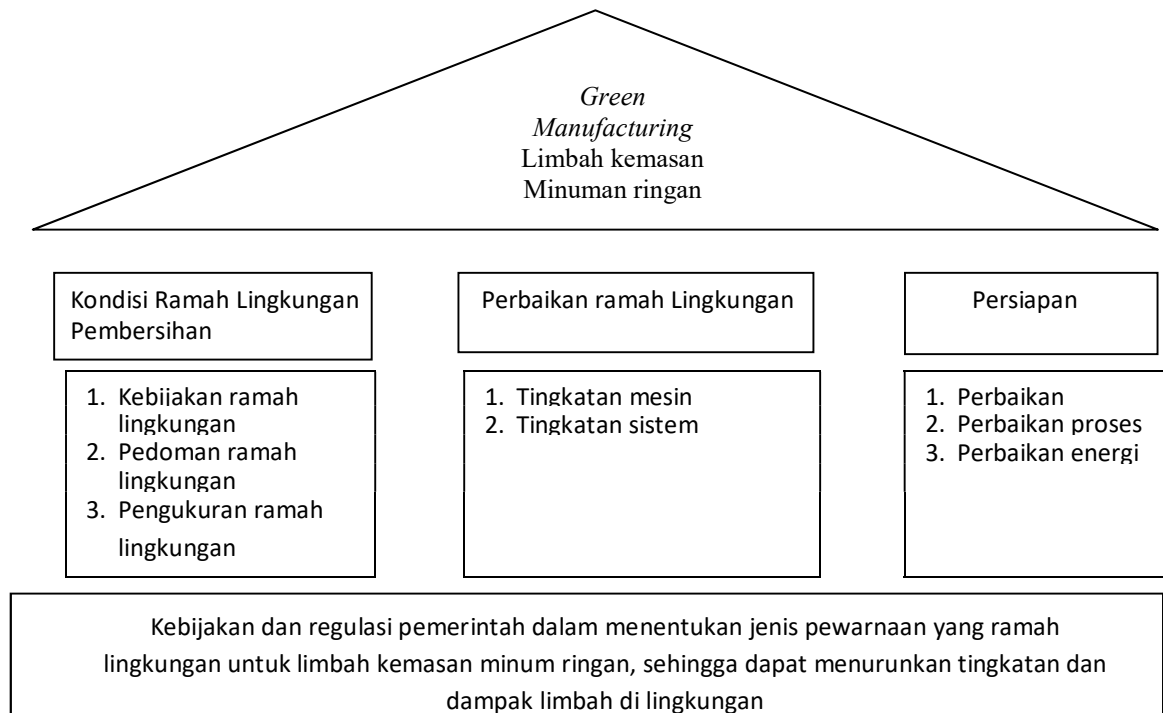
Tabel 3 memperlihatkan hasil bobot indikator pada variabel *green manufacturing* pada dampak limbah menjadi prioritas pertama dengan bobot sebesar 0,875. Tingkatan mesin dan perbaikan teknologi menduduki prioritas kedua dan ketiga dengan bobot sebesar 0,800 dan 0,742. Kebijakan

ramah lingkungan dan pedoman ramah lingkungan menduduki prioritas keempat dan kelima dengan bobot sebesar 0,596 dan 0,308. Perbaikan proses dan tingkatan sistem menduduki prioritas keenam dan ketujuh dengan bobot sebesar 0,203 dan 0,200. Tingkatan limbah dan pengukuran ramah lingkungan menduduki prioritas kedelapan dan kesembilan dengan bobot sebesar 0,125 dan 0,096. Sedangkan Perbaikan energi menduduki prioritas kesepuluh dengan bobot sebesar 0,055.

Tabel 4. Indikator utama perbaikan *green manufacturing* limbah kemasan minuman ringan di Kota Malang

Sasaran Strategis	IKU Pemicu	IKU Hasil
Meningkatnya pemilahan pewarnaan	Tingkatan limbah	Menurunnya tingkatan limbah
	Dampak limbah	Menurunnya dampak limbah pada lingkungan
Meningkatnya perbaikan pada persiapan pembersihan	Perbaikan energi	Meningkatnya perbaikan energi yang ramah lingkungan
	Perbaikan proses	Meningkatnya perbaikan proses yang ramah lingkungan
	Perbaikan teknologi	Meningkatnya perbaikan teknologi yang ramah lingkungan
Meningkatnya perbaikan ramah lingkungan	Tingkatan mesin	Meningkatnya penggunaan mesin pengolahan limbah yang ramah lingkungan
	Tingkatan sistem	Meningkatnya penggunaan system pengolahan limbah yang ramah lingkungan
Meningkatnya kondisi ramah lingkungan	Kebijakan ramah lingkungan	Meningkatnya kebijakan ramah lingkungan dari pemerintah
	Pedoman ramah lingkungan	Tersedianya pedoman ramah lingkungan dari pemerintah
	Pengukuran ramah lingkungan	Tersedianya pedoman pengukuran ramah lingkungan dari pemerintah

Tabel 4 memperlihatkan IKU (Indikator Kinerja Utama) hasil pada IKU tingkatan dan dampak limbah adalah menurunnya tingkatan dan dampak limbah pada lingkungan. IKU hasil pada perbaikan energy, proses, dan teknologi adalah meningkatnya perbaikan energy, proses, dan teknologi yang ramah lingkungan. IKU hasil pada tingkatan mesin dan system adalah meningkatnya penggunaan mesin dan system pengolahan limbah yang ramah lingkungan. IKU hasil kebijakan ramah lingkungan adalah meningkatnya kebijakan ramah lingkungan dari pemerintah. IKU hasil pedoman dan pengukuran ramah lingkungan adalah tersedianya pedoman dan pengukuran ramah lingkungan dari pemerintah. Hasil IKU kemudian dimasukkan ke dalam pilar *the house model*. Pilar *the house model* untuk perbaikan *green manufacturing* limbah kemasan minuman ringan di Kota Malang diperlihatkan pada Gambar 3



Gambar 3. *The house model* perbaikan green manufacturing limbah kemasan minuman ringan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh kesimpulan bahwa strategi perbaikan *green manufacturing* limbah kemasan minuman ringan dengan metode *the house model* memiliki tiga pilar utama (kondisi ramah lingkungan, perbaikan ramah lingkungan, dan persiapan pembersihan) dan pondasi yang merupakan pendukung melalui kebijakan dan regulasi pemerintah dalam menentukan jenis pewarnaan yang ramah lingkungan untuk limbah kemasan minum ringan, sehingga dapat menurunkan tingkatan dan dampak limbah di lingkungan. Saran untuk penelitian di masa datang adalah penelitian lebih lanjut tentang peningkatan daya saing *green manufacturing* terhadap pengolahan limbah selain limbah kemasan minuman ringan serta penelitian untuk meningkatkan tingkat efisiensi mesin pengolah limbah kemasan minuman ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Deif, A. M. 2011. A system model for green manufacturing. *Journal Advances in Production Engineering & Management*. 6: 27-36.
- Herdiana, D. S., Sudjito, S., & Fuad, A. 2014. Alternative model extended producer responsibility waste products of fish canning industry the concept of green manufacturing and corporate social responsibility. *International Food Research Journal*, 21(4) : 1433-1439
- Horovitz, J., & Ohlsson-Corboz, A.V. 2007. *A dream with a deadline: turning strategy into action*. Pearson Education.
- Imran, M., Kim, B.K., Han, M., & Cho, B.G. 2010. Sub-and supercritical glycolysis of polyethylene terephthalate (PET) into the monomer bis (2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET). *Polymer Degradation and Stability*. 95 (9): 1686-1693.
- Kumar et al. 2013. Green manufacturing practices in brick industries: a case study using AHP. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 2 (6).
- Yani et al, 2013, Life cycle assessment (lca) of pet (polyethylena terephthalate) bottles for drinking product. *Jurnal Bumi Lestari*. 13 (2): 307-317.
- Mohnty R.P. et al. 1998 Managing green productivity, some strategi direction. *Production Planning and Control*. 9(7): 624-633.
- Rosidatul, M.S. et al. 2012. Pengaruh konsentrasi katalis kalium karbonat pada proses depolimerisasi limbah botol plastik polietilen tereftalat (pet). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 1 (1): 2301-928X